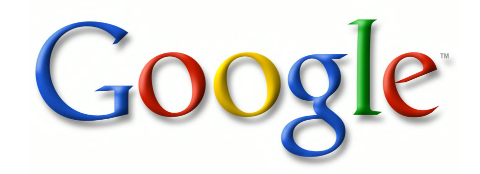
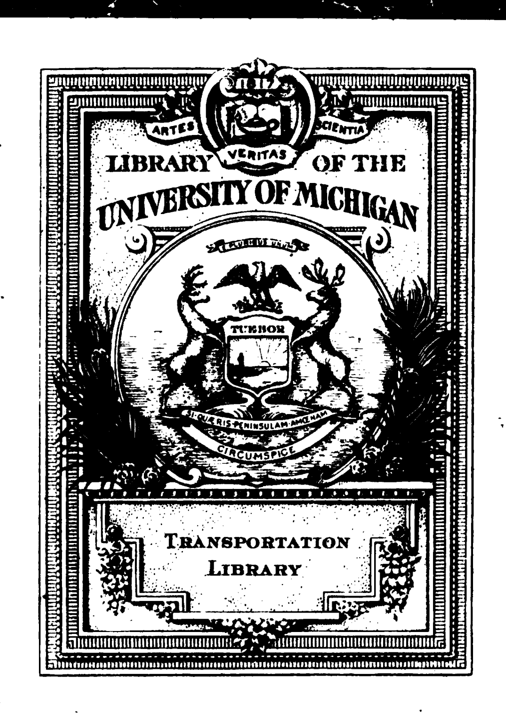
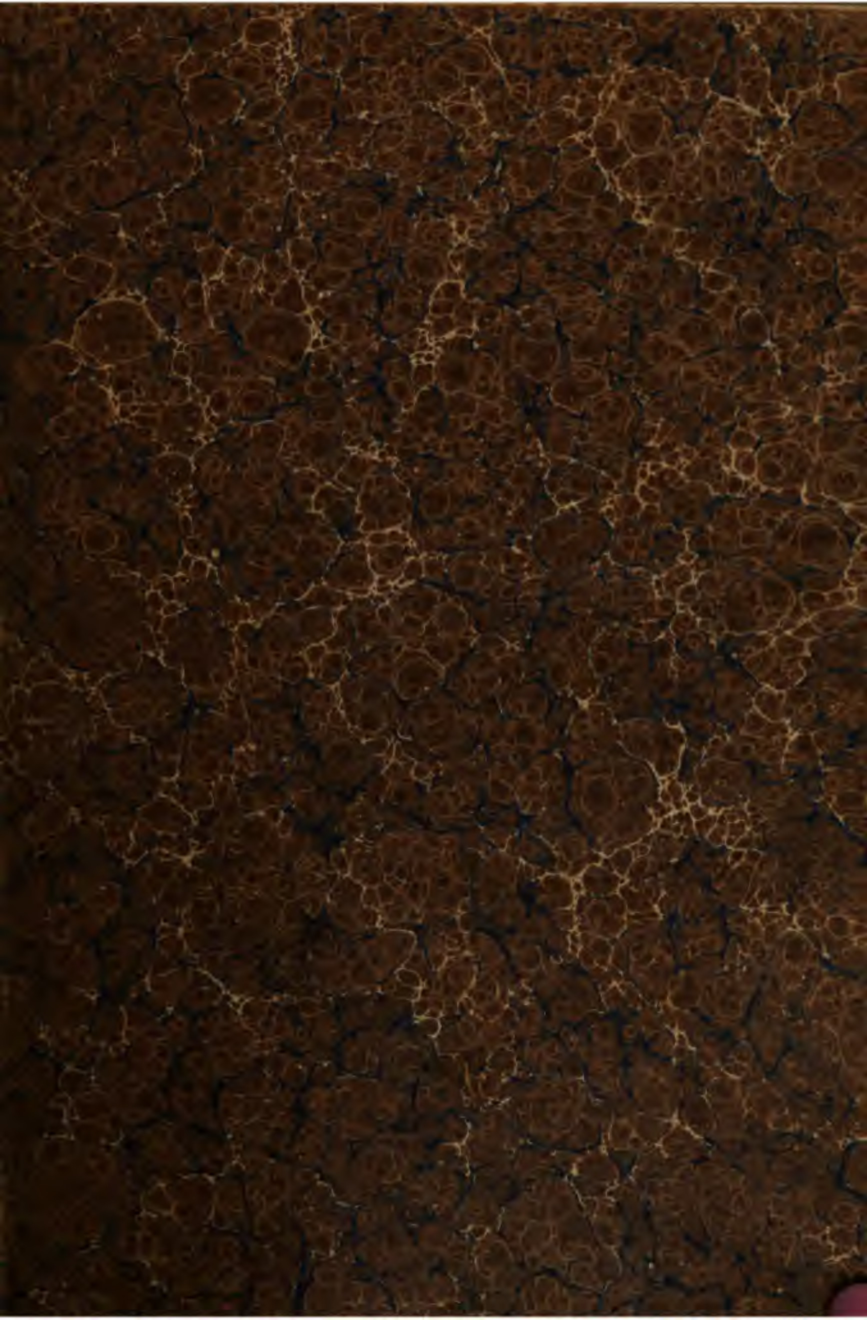



ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUÆRIS PENINSULAM AMŒNAM
CIRCUMSPICE
TRANSPORTATION
LIBRARY

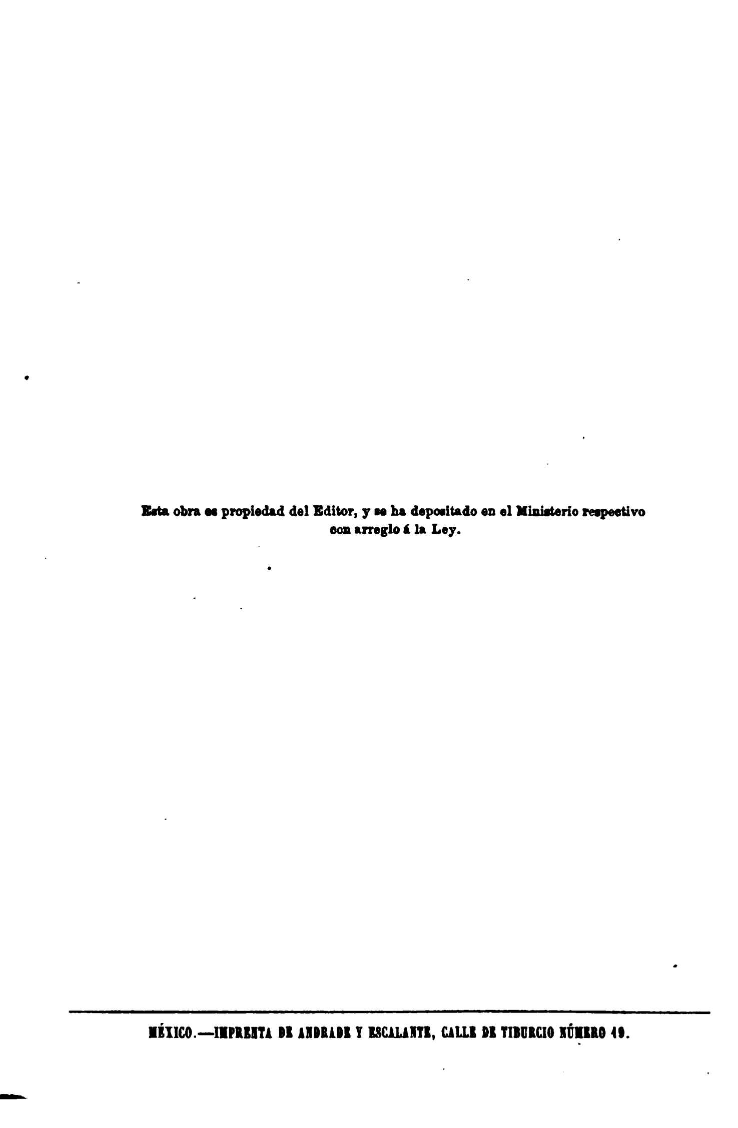




NOCIONES PRÁCTICAS

SOBRE

CAMINOS DE FIERRO



MÉXICO.—IMPRENTA DE ANDRADE Y ESCALANTE, CALLE DE TIBURCIO NÚMERO 19.

Lám. V.



Lit. de Decaen.

ESTACION DEL CAMINO DE FIERRO DEL ESTE EN PARIS.

NOCIONES PRÁCTICAS

SOBRE

CAMINOS DE FIERRO

POR

SANTIAGO MENDEZ

INGENIERO MEXICANO

DIPLOMA DE LA ESCUELA CENTRAL DE PARIS, Y DE LA ESCUELA DE APLICACION
DE ARTILLERÍA É INGENIEROS DE METZ.

OBRA ADORNADA CON OCHO LAMINAS.

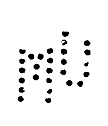
MÉXICO

AGUSTIN MASSE, EDITOR
Calle de Tiburcio Numero 18.

LIBRERIA MEXICANA
Esquina de los Portales de Mercaderes
y Agustinos.

ANTIGUA LIBRERIA
Portal de los Agustinos
núm. 3.

1864



Á LOS SEÑORES

DON GREGORIO DE MIER Y TERAN

DON MARIANO RIVA PALACIO

DON ANTONIO ESCANDON

DON TEODORO LABADIE

DON PEDRO ESCUDERO Y ECHANOVE

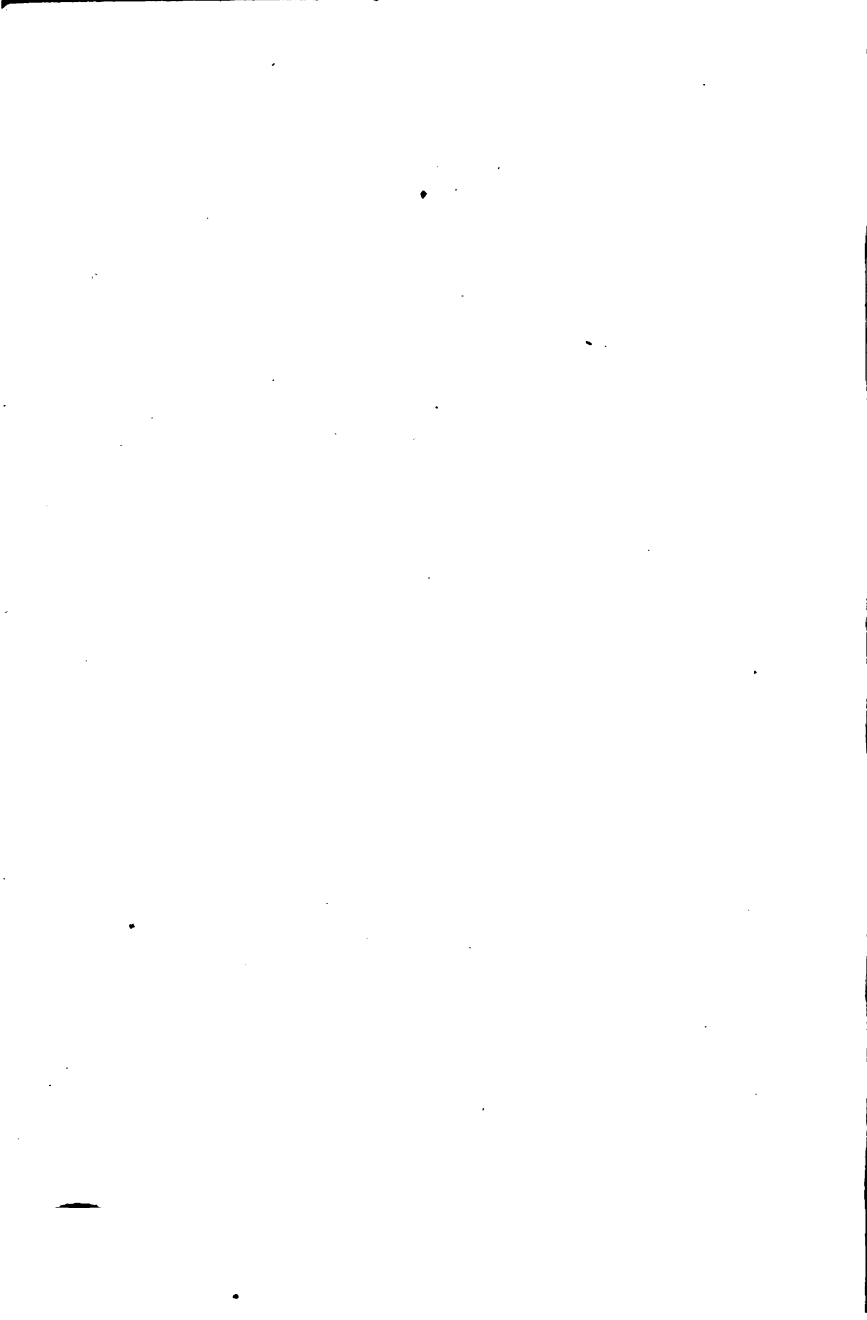
DON BASILIO CANDAS

Directores de la Compañía del Ferrocarril

DE MÉXICO A PUEBLA

DEDICA RESPETUOSAMENTE ESTE ENSAYO

S. Mendez.



INTRODUCCION.

Convencidos del incuestionable interes moral y material que México tiene en mejorar sus vias de comunicacion, y sobre todo en el establecimiento de algunos ferrocarriles, nos hemos dedicado desde hace muchos años casi exclusivamente á ese importante ramo de nuestra profesion de ingeniero; y unas veces en nuestras relaciones particulares y otras hablando al público por la prensa, hemos sostenido sin cesar la firme creencia que nos asiste, de que no hay medida política ni económica de la que nuestro pais pueda sacar mayores y mas inmediatas ventajas, que de la construccion de unos cuantos ferrocarriles.

Ellos en efecto, volverémoslo á repetir, mejorarán la condicion de nuestro pueblo, moralizándolo con trabajos útiles, proporcionándole goces fáciles y poco costosos, y aumentando el número de ciudadanos pacíficos y laboriosos, que convencidos de los funestos males que traen las disensiones políticas, contribuyan á que des-

aparezcan de nuestro suelo: ellos acortarán las distancias que en el vasto terreno que ocupamos son demasiado largas entre innumerables lugares, y demasiado desproporcionadas para el número de pobladores con que contamos; distancias sumamente perjudiciales que dificultan las relaciones mas necesarias á la sociedad, que frustran el buen éxito de negociaciones interesantes y que dilatan y entorpecen la accion de las leyes y de órdenes que comunicadas con rapidez, producirian benéficos resultados para el órden público, para la moral y para la justicia.

Con los ferrocarriles, ganarán los propietarios de inmensos terrenos hoy improductivos, ya subiendo el valor de estos, ya dedicándolos al cultivo. La agricultura recibirá notable fomento, porque sus productos, que ahora se ven estancados por falta de buenas vias de comunicacion, se trasportarán fácilmente á puntos lejanos y se sacarán para fuera del pais. La industria nacional y la minería prosperarán, pudiendo abastecerse á precios cómodos de las materias primeras que hoy pagan tan caro. La línea de Veracruz al Pacífico hará de México el centro mercantil del Universo, asegurándose así su independencia, por el interes que naturalmente han de tener en conservarla las demas naciones cuyos súbditos, productos y artefactos, atraviesen de uno á otro mar nuestro hermoso territorio.

Nombrado en el año de 1854, ingeniero en gefe del

ferrocarril de Veracruz á San Juan, en el que ya se habian construido dos leguas y media que habian costado $ 1,200,000, hicimos ver prácticamente que á pesar de los inconvenientes de aquel clima, de la carestía de los materiales y de la mano de obra, podíase, tomando en la direccion y administracion de los trabajos el debido empeño, lograr construirlos casi al mismo costo que el que sacan en otros paises colocados en mejores condiciones; y con esto creemos haber contribuido con nuestro grano de arena á que se formalizara una empresa para la prolongacion de esa línea hasta México, que muchos reputaban antes como fuera de toda posibilidad pecuniaria.

Hoy que vemos con gusto que se trabaja activamente en el tramo de Veracruz á Orizava, nos hemos decidido, á pesar de las tristes circunstancias que atraviesa la nacion, á publicar una obrita que teniamos proyectada hace varios años.

No es una obra destinada á la enseñanza, ni que siquiera merezca ser leida por quienes tienen hechos algunos estudios sobre ferrocarriles. Su único objeto es divulgar entre los mexicanos unas cuantas nociones prácticas elementales, las mas necesarias, poniéndolas al alcance de todas las inteligencias. Quisiéramos que la lectura de nuestro opúsculo despertara entre todos un vivo deseo de gozar de los beneficios que han producido en otros paises mas afortunados, esas vias de comu-

nicacion, la gran mejora social de nuestro siglo; y que habiendo adquirido sobre los medios de plantearlas y organizarlas, los conocimientos suficientes, siquiera para no extraviarse en sus juicios, cada uno se propusiera firmemente cooperar segun sus facultades, á fin de que se establezcan en nuestra bien desgraciada, pero siempre mas querida patria.

No tenemos la pretension de que nuestra obra se crea enteramente original, y nos aprovechamos con gusto de la oportunidad qüe se nos presenta, para expresar públicamente nuestros sentimientos de gratitud y veneracion hácia nuestros antiguos profesores, y hácia los autores, cuyas lecciones y cuyos escritos, mas que nuestra propia práctica, nos han valido. MM. Auguste Perdonnet, Couche, Polonceau, Molinos, Pronnier, Lardner, W. Fairbairn, A. Holley y Zerah Colburn han sido nuestros principales guías; y hemos tomado por modelo, la muy interesante publicacion hecha en New-York en el año de 1860 por Mr. Jhon B. Jervis "*On the construction and management of railways.*"

Quiera Dios que nuestro trabajo sea de alguna utilidad para nuestros compatriotas, y que la realizacion de las obras de interes general que recomendamos, restablezca entre nosotros la paz y la concordia que nos han arrebatado las guerras civiles.

CAMINOS DE FIERRO.

CAPÍTULO I.

OPERACIONES PRELIMINARES.

Los inmensos beneficios que produce un ferrocarril, no se limitan solo á las poblaciones que por su medio se comunican, desapareciendo las distancias que antes las dividian; sino, que profusamente se derraman por todo el pais que las circunda, haciéndose sentir su vivificadora influencia aun en aquellos lugares por donde no hace mas que transitar. Esta verdad es de tan incontestable evidencia, que habrá quienes con el único objeto de aumentar el valor de sus fincas, ó con el de dar un grande impulso á sus giros comerciales é industriales, hagan los mayores esfuerzos por el establecimiento de esas vias de comunicacion rápida que todo lo animan y hacen progresar, é invertirán en

esto, capitales de los que no pretendan obtener ninguna utilidad directa. Los gobiernos ilustrados que cooperan á estas obras, tampoco pretenden que los caudales públicos invertidos en ellas produzcan pingües utilidades. Su objeto mas grande, mas noble y mas elevado, se dirige á presentar á la nacion entera un medio de obtener la multitud de utilidades indirectas que trae consigo la mejora. Pero ordinariamente acontece, que los que en estas empresas, ú otras semejantes, toman parte como accionistas, solo buscan una colocacion ventajosa y segura para sus capitales; de modo que bajo el punto de vista de una especulacion directa, es como debe presentarse al público el proyecto del establecimiento de un ferrocarril, y en ese sentido debe estudiarse.

La naturaleza y cantidad del tráfico que se haga por el ferrocarril que se proyecta, y la rapidez ó celeridad con que deba efectuarse, es lo primero que se ha de averiguar; no solo porque el tráfico es el que ha de producir las utilidades, sino porque de su naturaleza, cantidad y velocidad dependen hasta cierto punto el mayor ó menor costo de construccion de la via, la abundancia, solidez, potencia y tamaño de las máquinas, wagones, almacenes, estaciones, etc.; el número de agentes y operarios que deban emplearse en su explotacion; gastos to-

dos que reunidos, formarán el capital en giro de la compañía. Un tráfico frecuente, pesado y veloz, exige máquinas, wagones, carriles, puentes, viaductos, etc., de mayor resistencia y por lo mismo mas costosos que el que no reune las mismas condiciones. Por regla general, un ferrocarril debe trazarse en el mismo sentido y en la misma direccion que habitualmente siguen las grandes corrientes de viajeros y de mercancías. Pocas probabilidades de buen éxito tendria una via férrea que cortara perpendicularmente esta direccion; porque ella ha sido el resultado necesario de la configuracion misma del pais, de la existencia de vias de comunicacion naturales ó artificiales dirigidas en este sentido mas bien que en otro por causa de los accidentes del terreno, y tambien de la mayor ó menor riqueza repartida entre las diferentes localidades.

Generalmente las extremidades de un camino de fierro están fijadas de antemano, y entre ellas debe marcarse la ruta ó trazo que ha de recorrer; esta operacion exige del ingeniero encargado de ella, la mayor aplicacion y mucha sagacidad. Debe procurar que su trazo recaiga en una via cuya construccion presente las menores dificultades y sea lo menos dispendiosa posible; cuya explotacion sea cómoda y productiva, y económica su conservacion. Un trazo en línea recta ó con curvas de mas de 700

metros de radio, horizontal ó con inclinaciones y pendientes alternadas de menos de 7 milímetros en altura por cada metro de longitud, quedaria en las mas favorables condiciones para el movimiento de los trenes de gran velocidad. Pero no pocas veces será necesario separarse de la línea recta para aprovechar abundantes trasportes en puntos intermedios, ó para evitar obras sumamente costosas á que obligaria la configuracion misma del terreno. Podria suceder que con el único objeto de ahorrar algun trabajo en la construccion, se adopte la idea de hacer inclinaciones muy fuertes; esto, en concepto de los peritos de mas crédito, es antieconómico. Las curvas y las inclinaciones no tienen por supuesto la misma importancia para un tráfico lento que para el que ha de ser rápido. Si para este último la prudencia aconseja no bajar de radios de 450 metros, ni pasar de inclinaciones de 1 centímetro por metro; para el primero puede llegarse hasta curvas de 190 metros, é inclinaciones de 4 centímetros por metro. Fuera de este límite, la explotacion, como se ha dicho antes, con locomotiva, deja de ser económica, segun la opinion de los mas entendidos ingenieros. En el ferrocarril de Veracruz á México, habrá necesidad de adoptar inclinaciones de 3½ centímetros por metro, para subir de Orizava hasta la meseta central.

Cuando lo que se busca es la afluencia del tráfico en los puntos intermedios, conviene tener la prudente desconfianza que se necesita para no dejarse alucinar por los datos que suministran las localidades, ó individuos interesados en que el camino siga esta ó aquella direccion; pero tampoco es conforme con la razon, desechar del todo y sin exámen, las probabilidades de adelanto en poblacion y riqueza que tengan algunas localidades algo apartadas de la línea. No pocas veces ha sucedido, en efecto, que algunas poblaciones, á fuerza de influencias y de ponderar hasta la exageracion su importancia agrícola y mercantil, han conseguido llevar hasta sus orillas el ferrocarril; y la experiencia ha venido despues á demostrar que se habian impendido sacrificios inútiles, y que alargando la via, se aumentaron sin ningun provecho los gastos de la explotacion y conservacion. Otras veces por el contrario, y esto puede suceder en paises nuevos como el nuestro, poblaciones que se creian sin porvenir, han adquirido, despues de construido el camino de fierro, un desarrollo inmenso, siendo necesario construir ramales costosos para aprovechar sus trasportes, ó resignarse á que los explote una compañía rival.

La determinacion del trazo de un ferrocarril, supone al mismo tiempo un minucioso y porme-

norizado presupuesto; operacion sumamente importante y dificultosa, que puede ser causa de que la negociacion adquiera una sólida consistencia, ó de que muera en la cuna; pues que es la base sobre la cual se han de apoyar las razones que presenten la negociacion como favorable ó adversa y que, ó bien determinen su realizacion, ó que sea desechada.

Ademas del perfecto conocimiento de la superficie del terreno, es necesario examinar su formacion geológica hasta cierta profundidad, especialmente en los lugares en que deben practicarse excavaciones para establecer la via. Cuando se trata de cortaduras profundas, se reconoce el terreno abriendo cierto número de pozos en el eje de la cortadura, á distancias mas ó menos cortas, segun la variedad que presente el terreno en su composicion. Si se encuentran tierras deleznables ó impregnadas de agua, presenta tales dificultades su extraccion, y son tan comunes los accidentes en este género de trabajo, que aun los hombres mas experimentados, tienen muchas y muy fundadas dudas para presupuestar su importe.

Las mismas dudas ocurren cuando se trata de terrenos pantanosos. Entre Liverpool y Manchester, Glasgow y Garnkirk, Veracruz y la Tejería, los terraplenes para atravesar unas ciénagas, han

costado cantidades mucho mayores que las que se habian presupuestado.

Todavía es mas incierto é inseguro el presupuesto, cuando se han de hacer subterráneos ó *tunnels;* y á veces sucede lo mismo con las obras de mampostería, en la parte relativa á cimientos.

Resulta de todo esto, que el ingeniero debe tener el tiempo y los recursos necesarios para practicar varios reconocimientos, estudiar algunos trazos, preparar planos detallados de todas las obras, é indagar dónde y á qué precio pueden adquirirse los materiales de construccion. Pero aunque esto es lo mas conforme con el buen sentido y tambien lo mas seguro, como requiere mucho tiempo y fuertes dispendios, si la línea es de alguna extension, rara vez se hace, exponiéndose por lo mismo los accionistas á dolorosos desengaños.

Se dice, y generalmente con razon, que los presupuestos son muy inferiores al costo verdadero de las obras, y se citan á menudo algunos ejemplos de lo ocurrido en los caminos de fierro de Inglaterra, que demuestran que ninguna inteligencia podia concebir tan enormes diferencias. El ferrocarril de *Great Western*, presupuestado en 11,000,000 de pesos, tuvo de costo mas de 35,000,000. El de *Croydon*, que se presupuestó en 600,000 pesos, costó algo mas de 5,000,000. El de *Eastern-Coun-*

ties debia costar 8,000,000 por 126 millas de longitud, y en las 51 primeras se habian gastado ya 10,000,000. El de *Lóndres á Birmingham*, presupuestado en 9,272,000 pesos, costó 26,000,000. No por esto perdieron los accionistas sus fondos ó capitales, pues si bien se padecieron grandes equivocaciones en el costo de esos caminos, no las hubo menores en el cálculo hecho sobre sus productos. Así es que los accionistas perciben pingües utilidades, á pesar de la enorme diferencia que hay entre el valor presupuestado, y el que realmente tuvieron estas obras.

Muchas veces se hace responsable al ingeniero por estas grandes diferencias, suponiéndose que presenta el presupuesto muy bajo, con el objeto de que se emprenda una obra en que espera obtener una colocacion ventajosa; pero está visto que no toda la culpa es suya, pues como se ha dicho ya, las mismas obras, segun el terreno en que han de ser construidas, ofrecen mucha incertidumbre para el cómputo de su costo; y si el ingeniero encargado de ellas, no puede disponer del tiempo necesario para hacer sus estudios y observaciones preliminares, corre mucho peligro de equivocarse, por inteligente y práctico que quiera suponérsele.

Hay ademas otras causas que las personas destituidas de firmeza de carácter no pueden comba-

tir; tales son las influencias de ciertos individuos indirectamente interesados en que se lleve á efecto la obra. Estos promueven con el mayor empeño su ejecucion, importándoles muy poco el costo que tenga. Como todo su ahinco está en buscar accionistas que suministren los fondos, el modo mas seguro de encontrarlos, es exagerar la baratura de la obra. Esas personas no se separan un momento del ingeniero; le presentan las cosas bajo el aspecto mas risueño, satisfacen sus objeciones, le allanan todas las dificultades, le constriñen á proceder con imprudente precipitacion para no desaprovechar los momentos del entusiasmo general; y como ellas son las que generosamente costean los gastos del reconocimiento, el que lo hace, no puede ignorar que desechado el proyecto, lo primero que se perderia serian los fondos invertidos por sus favorecedores.

El verdadero ingeniero, formado en los ímprobos y muy serios estudios, que á la vez que desarrollan y elevan la inteligencia, ennoblecen los sentimientos del corazon; jamas se someterá humildemente á ninguna influencia, ni sacrificará su reputacion, la tranquilidad de su conciencia y la dignidad de su profesion, á los mayores beneficios. Convencido, de que á su talento é integridad, se debe el que multitud de personas comprometan el

fruto de largos años de trabajo y economía en una empresa que reputan provechosa, reunirá por sí mismo todos los datos, y sabrá combinar los elementos necesarios para la completa perfeccion de la obra, y para la mayor exactitud del presupuesto. Puede equivocarse de buena fe, pero nunca engañará á sabiendas.

Algunas veces se comete error en los presupuestos, no sabiendo apreciar todo el desarrollo que puede tener el tráfico por el hecho mismo del establecimiento del ferrocarril. El incremento ha sido en algunos lugares, cien veces mayor del que se habia creido; y ha sido necesario agrandar las dimensiones de las obras.

Al terminar este capítulo, advertiremos con Mr. Perdonnet, que al crear el capital que se presume suficiente para la construccion de un ferrocarril, no debe olvidarse, que un camino no está completamente terminado, porque la via esté abierta á la circulacion. ¿No ha aumentado, en efecto, notablemente el costo de un ferrocarril desde el dia que principió su explotacion, no sea mas que con motivo de los accidentes sobrevenidos en las obras de arte ó de terrasería, accidentes que exigen reparaciones inmediatas, y que solo podrian evitarse del todo, haciendo gastos excesivos?

"No hay que alarmarse, sin embargo, por los

"enormes gastos que exige el establecimiento de "los ferrocarriles, pues los productos de su explo-"tacion son inmensos."

En Alemania los ferrocarriles, muchos de ellos de una sola via, han costado á razon de $ 40,200 el kilómetro, comprendiéndose en ese costo, el de las estaciones, muebles y material de explotacion.

En Bélgica, caminos de dos vias, han costado por kilómetro $ 54,000.

En los Estados-Unidos, de una sola via la mayor parte, $ 19,300 por kilómetro.

En Francia, casi todos de dos vias, $ 78,000 por kilómetro.

En Inglaterra, igualmente de dos vias, $ 90,000 por kilómetro.

Entre estos últimos, algunos costaron sumas verdaderamente fabulosas; así, por ejemplo, el de Lóndres á Greenwich de 6 kilómetros de largo, construido sobre una arquería de mampostería, costó $ 812,281,87 *por kilómetro!* El de Lóndres á Blackwall, tambien construido en su mayor parte sobre arquería y casi de la misma longitud que el precedente, costó $ 873,840 *por kilómetro!*

A fines de 1856, la Inglaterra tenia 8,502 millas (inglesas) de ferrocarriles, que habian costado $ 1,506,826,363; sus productos brutos en di-

cho año fueron $113,047,606, y sus productos líquidos $ 59,915,235. En los primeros seis meses del presente año (1863), 10,673 millas que hubo en explotacion, tuvieron de productos brutos $ 69,335,170.

A fines de 1858 los Estados–Unidos tenian 26,000 millas de ferrocarriles, que habian costado $ 1,000,000,000, y cuyos productos brutos en dicho año, se elevaron á $ 106,013,600. En el Estado de New-York 2,527 millas produjeron en 1859, $ 20,341,377. 62.

CAPÍTULO II.

POR QUIÉN DEBEN SER CONSTRUIDOS LOS FERROCARRILES.

Aun no se ha resuelto de una manera absoluta, la cuestion de si la construccion y explotacion de los ferrocarriles debe hacerse por el Estado, por la industria privada, ó por la accion combinada de uno y otro. Para resolverla, se han apurado la discusion y los ensayos prácticos; pero como afecta intereses muy grandes y muy opuestos, la solucion ha sido imposible hasta hoy. No pretendiendo pues, fijar una regla que los mejores economistas no se han atrevido á asentar, nos limitaremos á presentar una breve reseña de lo que en otras partes se ha hecho, y á recomendar despues, lo que nos parece mas conveniente para nuestro país.

En Inglaterra, la industria particular sin ningun auxilio, ha construido los ferrocarriles y los explota por tiempo ilimitado, sin estar sometida á ninguna restriccion. Corresponde á esta gran nacion, el ho-

nor de haber sido la primera en comprender la inmensa importancia de la mejora, y de haber consagrado á ella los recursos de su suelo, de su industria y de su genio práctico.

En Bélgica, el Estado construyó y explota los ferrocarriles. En Austria, Prusia y el resto de la Alemania, sin otra excepcion que la Baviera, el principio que dominó largo tiempo, es el de la construccion y explotacion por el Estado, de las líneas de interes general, y por la industria privada, las de interes puramente local; pero en estos últimos años, principalmente en Austria, se han cedido las líneas mas importantes á empresas particulares.

En Italia ha dominado el sistema de compañías particulares, poderosamente auxiliadas por el gobierno, que les ha otorgado fuertes subvenciones.

En Rusia, el gobierno construyó la gran línea de San Petersburgo á Moscow, cuyo servicio de explotacion lo hace una compañía norteamericana. Tambien comenzó el Estado á construir el ferrocarril de San Petersburgo á Varsovia, pero despues de haber invertido en él mas de 14,000,000 de pesos, regaló lo hecho á una compañía francesa, que se obligó á terminar esa línea y á construir otras tres de 3,900 verstas de extension (4,162 kilómetros) bajo las cláusulas siguientes, conteni-

das en el ukase de 26 de Enero de 1857: 1º Le concedieron diez años para la ejecucion de los trabajos: 2º, privilegio exclusivo para la explotacion durante noventa y cinco años; quedando facultado el Estado para entrar en posesion del camino, pasados los primeros treinta años, pagando á la compañía el valor de los carriles y del material de explotacion: 3º, el Estado garantizó á la compañía, durante el tiempo de la concesion, un 5 por 100 de intereses y amortizacion sobre las cantidades siguientes que debian invertirse:

$	68,000,000	de pesos en la conclusion de la línea de S. Petersburgo á Varsovia.
$	9,500,000	en el ramal de Kœnisberg.
$	145,000,000	en las líneas de Moscow á Théodosia, de Orel á Liebau y de Moscow á Nijni-Novogorod.

A fines de 1862 habia ya construidos 1,700 kilómetros y gastados 125,000,000 de pesos.

En Francia se han ensayado todos los sistemas. El gobierno ha hecho algunas concesiones por limitado espacio de tiempo, y otras con el carácter de perpetuas; ha construido algunas líneas y no las ha explotado; ha hecho préstamos sin interes á algunas compañías, y á otras ha garantizado un interes y una amortizacion; ha emprendido y ejecu-

tado obras que le serán reembolsadas por algunas compañías, y otras que no lo han de ser. (1)

La ley de 11 de Junio de 1842, que fué la que dió el mas fuerte impulso á los ferrocarriles franceses, estableció por regla general, que el Estado construiria las obras de arte, como puentes, viaductos, etc.; los terraplenes, excavaciones, etc., y pagará la tercera parte del valor de los terrenos, quedando las otras dos terceras á cargo de las municipalidades. Finalmente, las compañías deberán hacer todas las erogaciones necesarias para la superestructura y explotacion de los ferrocarriles, conservando el derecho de percibir sus productos cierto número de años, al cabo de los cuales, todo debe volver á poder del Estado; pagando éste á las compañías, el valor de la via férrea y el del material de explotacion. La misma ley, en uno de sus artículos, supone el caso de que las compañías quisiesen encargarse de la construccion de las obras de arte, terraplenes, etc., y á éstas, concedia mayores beneficios para compensarles sus gastos.

El tiempo que debian durar las concesiones conforme á esta ley, se calculaba sobre el producto probable del camino, y sobre la proporcion que este producto guardaba respecto del capital invertido exclusivamente por la compañía. Se admitió en

(1) *Du rachat des chemins de fer*, par M. Léon Lefebvre, avocat.

general; que el capital industrial debia rendir 6 por 100 de interes anual, y que los gastos de explotacion ascenderian á 45 por 100 de los productos brutos. Sobre estas bases, y calculados aproximativamente los rendimientos netos, se aplicó á la amortizacion del capital, el remanente de estos rendimientos despues de cubierto el interes de 6 por 100; debiendo durar la concesion, el tiempo necesario para reconstruir el capital. Despues se remataba la línea, adjudicándose á la compañía que rebajaba mas años sobre el tiempo que el gobierno habia fijado. Hubo así, concesiones desde veinticinco hasta cincuenta años de término.

Pero despues del 2 de Diciembre de 1851, los ferrocarriles cayeron en tal estado de abatimiento, á consecuencia de las convulsiones políticas que agitaban la Francia desde 1848, que no se presentaba ninguna compañía para terminar la red de caminos proyectados, siendo muy de temerse que quedase incompleta. Para estimular á las compañías, el gobierno otorgó las mas generosas concesiones, autorizando á varias para que se refundiesen ó *fusionasen* en una sola, y aumentando hasta noventa y nueve años, el término que debia durar la explotacion en su esclusivo provecho y beneficio. En compensacion de estas concesiones generosas, el Estado pudo exigir de las compañías, la

construccion de nuevas líneas; y los ferrocarrilès entraron en la via de prosperidad en que hoy se encuentran. (1)

El ministro de obras públicas, en su Memoria dirigida al Emperador en 1854 dice: "Todos los "ferrocarriles que se concedieron por el gobierno "anterior á la revolucion de Febrero (1848), han "costado al Estado por término medio, deducidas "las cantidades que han reembolsado las compa- "ñías, 102,482 francos por kilómetro (1,193 varas "castellanas). Los caminos concedidos despues de "la revolucion de Febrero hasta el 2 de Diciembre "de 1851, costaron al Estado á razon de 198,910 "francos por kilómetro. Los que fueron concedi- "dos desde Diciembre de 1851 hasta 31 de Di- "ciembre de 1852, costaron al Estado 102,061 "francos por kilómetro; mientras que los 2,134 ki- "lómetros concedidos desde 1º de Enero hasta 31 "de Diciembre de 1853, en cuya ejecucion la in- "dustria particular debe invertir 460,000,000 de "francos, solo imponen al Estado un gravámen "de 20,909 francos por kilómetro." Este resultado final que el ministro atribuye á la confianza que inspiraba el gobierno del Emperador; se explica quizá mas satisfactoriamente, con el hecho positi-

(1) Prosper Tourneux. *Block, Dictionnaire d'administration française.*

vo de que los ferrocarriles estaban ya acreditados como una de las mas productivas especulaciones, puesto que producian un diez, un doce y hasta un diez y ocho por ciento al año.

Para que puedan apreciarse los esfuerzos y sacrificios que los gobiernos ilustrados hacen por cruzar su territorio de ferrocarriles, basta consignar aquí, que el de Francia llevaba gastados hasta 1859 en subvenciones á las compañías, la enorme suma de 186,460,542 pesos 20 centavos, y los caminos concedidos hasta 1857, medían 76,234 kilómetros, de los cuales estaban ya explotados 40,620 kilómetros. (1)

Si pasamos á lo que se ha hecho en España, veremos, que desde 1830 en que la primera línea de Cádiz al puerto de Santa María se concedió á D. Mariano Calero Portocarrero, hasta 1845, se han concedido multitud de líneas sin discernimiento ni prudencia; sin exigir garantías á los pretendientes, y sin tener á la vista ni planos ni presupuestos. De todas las líneas concedidas, solo llegaron á ejecutarse la de Barcelona á Mataró, la de Madrid á Aranjuez que construyó D. José Salamanca, y la de Langrao á Gijon que se abrió en 1852. Como era de esperarse de tan desordenado sistema, solo dió por resultado el mas escandaloso agiotaje.

(1) Lamarle. *Annales des ponts et chaussées.*—1859, 2*me. sémestre.*

En 1850 se adoptó el principio de la subvencion por el Estado; y divididos los ferrocarriles en líneas de primero y de segundo órden, se abandonaban estas á la industria particular, reservándose el Estado las primeras, cuya construccion contrataba con empresas ó empresarios particulares, á quienes se pagaba en acciones de los mismos ferrocarriles emitidas por el Estado; haciéndose la adjudicacion en asta pública sobre el valor de una legua de camino. Tampoco entonces se hacian planos, ni se formaban presupuestos; de modo que todo fué confusion y desórden, aprovechándose de él, unos cuantos especuladores.

Por fin, el 3 de Junio de 1855 votaron las Córtes la ley general de ferrocarriles que aun creemos vigente, y que, asentando sobre bases muy liberales las condiciones generales para su concesion, construccion y explotacion, abrió una era de estraordinario desarrollo á estas empresas y negocios en la península. Esta ley clasificó los ferrocarriles en líneas de utilidad pública y de utilidad local; todas las puso en manos de la industria privada, y concedió á las primeras, una subvencion que debia calcularse por legua, en vista de los proyectos y presupuestos ejecutados previamente por los agentes del Estado. Hasta el 31 de Diciembre de 1857 se habian concedido conforme á esta

ley 21 líneas, y casi todas están ya en plena explotacion. Citaremos algunas, para que se vea el grande interes que el pueblo español ha tomado en su ejecucion.

La de Valladolid á Burgos, fué concedida á los Sres. Pereire y compañía con una subvencion de $26,652 por legua de 5,602 metros (6,064 varas) y por el tiempo de 99 años.

La de Madrid á Valladolid, á la compañía de crédito mobiliario (Pereire) con 114,902 pesos de subvencion por cada legua y por 99 años.

La de Madrid á Zaragoza, al conde de Morny y compañía, con $60,890. 25 de subvencion por legua y tambien por 99 años.

La de Zaragoza á Alzazúa, á D. José Salamanca con $105,377. 60 por legua y por el tiempo de 99 años. (1)

En Norte-América, cada Estado ha dictado sus leyes especiales sobre ferrocarriles, dirigidas todas á darles el mayor ensanche y la mas perfecta y absoluta libertad imaginable. "Nada puede ser mas "sencillo, barato y expeditivo, dice el Dr. Lardner, "que el modo de obtener en América la licencia "para establecer una compañía de ferrocarril. Un "*meeting* se reune, en el que se discute y adopta el

(1) Estas noticias están tomadas de la interesante Memoria de Mr. Pirel.—Annales des ponts et chaussées.—1858, 2e. sémestre.

"proyecto. Se nombra una comision para enten-
"derse con la legislatura del Estado, y ésta conce-
"de la licencia sin gastos, demoras, ni embarazos
"oficiales. Allí no se pone en juego el espíritu de
"competencia como en Francia, ni se hace, como
"en Inglaterra, ninguna investigacion sobre la efi-
"cacia del proyecto, respecto de sus futuras pér-
"didas ó utilidades." (1)

Aunque rara vez los Estados han emprendido por sí mismos la construccion de los ferrocarriles, no por eso han dejado de auxiliar de varios modos á las compañías particulares. Hay casos en que el Estado toma un crecido número de acciones, á lo que ordinariamente acompaña un préstamo en dinero ó en papel del Estado, que la compañía recibe á la par y negocia por su cuenta y riesgo. Tambien se conceden subvenciones gratuitas en dinero, en papel ó en terrenos baldíos que la compañía puede vender como mejor le parezca. Algunas han sacado de las ventas de estos terrenos, mucho mas de lo que les habia costado el camino.

En Enero de 1861, el congreso decretó en favor de la Compañía del ferrocarril que debe unir California con los demas Estados de la Union americana, y que partiendo de San Francisco, debe llegar hasta los límites occidentales de los Estados

(1) Lardner. *Railway Economy.*

de Missouri y de Yowa, la concesion de dos fajas de terrenos de una milla de ancho en todo el largo del ferrocarril; situadas en uno y otro lado de la línea, ó mas distante de ella, en el caso de encontrarse con terrenos de propiedad particular ó improductivos.

Tambien se concedió por cada seccion de 50 millas de camino y de telégrafo que la compañía pusiese en explotacion, una subvencion ó préstamo de 12,000 pesos por cada milla de las secciones comprendidas entre el 97° y 98° de longitud; 15,000 pesos por cada milla de las secciones comprendidas entre el 98° y 99°; y así sucesivamente, aumentando 3,000 pesos por milla, cada vez que yendo hácia el Oeste se cruzase el Meridiano de un nuevo grado de longitud, hasta llegar al 109°. Partiendo de San Francisco, la compañía deberá recibir 12,000 pesos por milla de las secciones de á 50 millas, comprendidas entre aquella ciudad y el pié de la cordillera de la Sierra Nevada; desde este punto hasta encontrar el primer grado de longitud, caminando hácia el Este y pasada la cima de dicha cordillera, 24,000 pesos por milla; aumentando desde este grado 2,000 pesos por milla, por cada nuevo grado que se cruce hasta llegar al 109°. En ningun caso podrá exceder de 60,000,000 de pesos, el total de lo que se adelante á la compa-

ñía. El ferrocarril con todas sus pertenencias, deberá quedar hipotecado al pago del préstamo, cuyo pago se verificará trasportando el correo, empleados, tropas de mar y tierra y efectos pertenecientes al gobierno de la Union; á los mismos precios que los demas ferrocarriles, en toda la línea, cuando esté concluida, ó en las secciones que vayan abriéndose á la circulacion. Con respecto á los mensajes telegráficos, se trasmitirán por precios convenidos de antemano.

En Francia, Alemania, España y en las demas naciones que han subvencionado los ferrocarriles, las tarifas de trasportes están sujetas á un máximum fijado por el gobierno. En Inglaterra, el gobierno no tiene ingerencia ninguna en la tarifa. En la Union Americana, algunos Estados han dejado en libertad á las compañías para cobrar los fletes de pasajeros y mercancías por la tarifa que ellas quieran; pero cuando los dividendos repartidos á los accionistas exceden de cierta cantidad, el resto paga una contribucion al fisco. En los Estados de la Nueva Inglaterra, las legislaturas no tienen ninguna intervencion en la formacion de las tarifas, que establecen á su placer y con entera libertad las compañías; pero en todas las concesiones que se hacen, hay una cláusula que previene que durante los diez primeros años despues de la aper-

tura del ferrocarril, los dividendos no han de pasar de un 10 por 100, y que si las utilidades de la explotacion son tales, que excedan de este máximum, las cuotas de la tarifa quedan sujetas á reduccion en beneficio público. En otros Estados, cuando los dividendos exceden del máximum prefijado, lo que sobra se reparte por mitad entre el Estado y la compañía. En otros, en fin, se estipula que el Estado tiene facultad para revisar y reducir las tarifas periódicamente.

En Buenos Aires, se acaba de conceder el ferrocarril del Rosario á Córdoba, á Mr. Wheelwright que ya en Chile tiene otras concesiones semejantes. La subvencion es de 1,000,000 de acres de buenos terrenos, y una garantía de interes al 7 por 100 sobre $ 8,000,000 de capital social. La concesion es por 40 años.

En el Perú, la construccion y explotacion durante 99 años, del ferrocarril de Lima á Jauja de 120 millas de longitud, se concedió en 1862 á los Sres. Bonard & Cº de Lóndres, y Homberg & Cº de Paris, con una garantía de 7 por 100 sobre el capital que se invierta.

En México, estábamos haciendo lo que al principio se hizo en España, y los resultados son iguales. Se han concedido privilegios exclusivos sin tino, discernimiento, ni prudencia; sin consultar

planos ni presupuestos previamente formados; y estas imprudentes concesiones, se han hecho no á compañías ya organizadas, sino á personas que sin los medios ni las intenciones de construir el ferrocarril, trataban solo de especular con las concesiones que se les hacian. Es verdad que el tenor de estas concesiones, y el estado de revolucion permanente en que el pais se ha encontrado, solo podian halagar á los que, como se ha dicho antes, únicamente pretendian especular con ellas, introduciendo ilegalmente efectos estranjeros, ó exportando moneda de nuestro cuño, sin satisfacer los derechos aduanales. Tambien han servido esos malhadados privilegios, para que algunos especuladores se apoderen de ciertas consignaciones que sobre los productos de las aduanas se les hacian, y que por los frecuentes cambios de gobiernos y las necesidades que á todos ellos agobiaban, no podian ser respetadas mucho tiempo.

Estos ensayos desgraciados costaron algunos millones á la nacion, los que, como debe presumirse, fueron á dar en gran parte á los bolsillos de los concesionarios; y solo se consiguió la construccion de dos leguas y media del ferrocarril, que partiendode Veracruz, debia llegar hasta las inmediaciones de la finca Manga de Clavo, que es una de las haciendas del general Santa-Anna. Para la cons-

truccion de ese trozo de camino, pagó la nacion á los concesionarios cerca de 1,500,000 pesos; y con muchísimas dificultades pudo despues quitárselos. Decidióse en 1853 el gobierno, á seguir por su propia cuenta, la construccion de ese camino; y el que esto escribe, encargado de la direccion de las obras en 1854, pudo prolongarlo tres leguas mas, con menos de 350,000 pesos de gasto; (1) probando así, que para llevarlo mas adelante, no eran necesarias las fabulosas cantidades que el enorme costo de las primeras leguas, habia hecho suponer como indispensables.

En Agosto de 1857, se concedió á D. Antonio Escandon un privilegio exclusivo para la construccion y explotacion *ad perpetuam*, de un ferrocarril de Veracruz al Pacífico. Los términos liberales en que estaba redactada la concesion, y mas que todo, la elevada situacion pecuniaria, y la reputacion de habilidad comercial de la persona que se sabia estaba al frente de la empresa, hicieron concebir la halagüeña esperanza de que la construccion del ferrocarril se realizaria al fin. Pagó el concesionario al gobierno 750,000 pesos al contado, por el trozo de camino construido desde Veracruz hasta el Paso de San Juan; y mientras terminaba esta via y la ponia en estado de ser explotada, encomendaba

(1) Memoria publicada por el Ministerio de Fomento en 1857.

la formacion del trazo general hasta México, y del presupuesto, á una comision de ingenieros que para estos y otros trabajos llamó de los Estados-Unidos. Pero volvió á encenderse con mas fuerza que nunca, la guerra civil en Enero de 1858, y durante la lucha, que se prolongó hasta los últimos dias del año de 1860, el gobierno no cumplió con los compromisos que con el concesionario contrajo; y éste solo pudo terminar el trazo y presupuesto de la línea, soportando enormes pérdidas, tanto en el camino de Veracruz á San Juan que habia comprado, como en los demas valores que tenia ya empeñados en la negociacion.

El gobierno constitucional que quedó triunfante, tuvo en consideracion esas grandes pérdidas, que hasta entonces una sola persona habia tenido que sufrir, y en Abril de 1861, aprobó el trazo general del ferrocarril de Veracruz á México presentado por el concesionario, y reformó el decreto expedido en 1857, sobre bases aun mas favorables al contratista, dándole al mismo tiempo mayores garantías para su cumplimiento. (1) En virtud de este decreto, se formaron dos compañías cuyos estatutos aprobó el gobierno. Una de estas se encargó

(1) Los decretos relativos al ferrocarril de Veracruz al Pacífico, pueden verse en el Apéndice, donde tambien están los Estatutos de la compañía de Puebla á México.

de la construccion y explotacion del ferrocarril de Puebla á México, y la otra del de Veracruz á Orizava, comenzando inmediatamente los trabajos que debian quedar terminados en 5 años. Pero la llegada de la intervencion extranjera, hizo necesaria la suspension de los trabajos del ferrocarril; y para colmo de desgracias, el hombre que habia consagrado á esta noble empresa su fortuna y sus talentos, y que á fuerza de constancia y de habilidad habia logrado superar las mayores dificultades, D. Manuel Escandon murió, bien puede creerse, de pesar, recomendando á sus herederos la prosecucion de una empresa que puede proporcionarles pingües utilidades, y la paz, la abundancia y la dicha á la patria.

Como el ferrocarril de Veracruz al Pacífico (si es que se construye conforme con la última concesion), no es el único que tenga que hacerse en México, es de desear, que se fijen ciertas bases para una ley general que prevenga el modo de hacer las concesiones, y dé el mayor impulso al establecimiento de esas nuevas vias de comunicacion. A la breve reseña que hemos hecho de lo que ha pasado en otros paises, podemos ahora añadir algunas reflexiones que expliquen el motivo de haberse ensayado tan diversos sistemas, y que acrediten la conveniencia del que nosotros proponemos como el mejor para nuestro pais.

El establecimiento de los ferrocarriles absorbe en todas partes capitales tan considerables, que necesita encontrar ó una abundancia excepcional de dinero y un grande espíritu de asociacion, ó la cooperacion indirecta de todos los habitantes por medio del gobierno. Por otro lado, su explotacion establece y constituye un verdadero monopolio, que muchos creen imprudente y peligroso dejar en manos de particulares, cuando tan profundamente afecta todos los elementos de la riqueza pública. ¿Pero puede el Estado construir con la conveniente celeridad y economía, obras de tanta magnitud, y dirigir con acierto negociaciones tan complicadas que requieren conocimientos especiales y continua dedicacion, so pena de hacerse ruinosas? Los partidarios del sistema de explotacion y de construccion por el Estado, alegan, que siendo los ferrocarriles de utilidad pública, y constituyendo un monopolio sin competencia; mejor es que lo ejerza el Estado que ofrece mayores garantías al público, tanto en la solidez de las obras, la regularidad y seguridad del servicio, como en la baratura á que podrá limitarse en los trasportes. Estas razones no son de tanto peso como parecen; pues que el monopolio puede encontrar gravísimos obstáculos en el establecimiento de otras líneas, que aunque á alguna distancia, corran en la misma

direccion. Por lo que respecta á los efectos del monopolio, nada es mas fácil que combatirlos con el mejor éxito, por medio de una tarifa mas allá de la cual no pudieran las compañías extender sus pretensiones. No sabemos en qué pueda fundarse la idea de que las construcciones hechas por el Estado, son mas sólidas que las que hacen los particulares. Respecto á baratura, la experiencia ha probado en todos casos, que el particular que gasta su dinero, construye mucho mas barato que los gobiernos que invierten los fondos públicos en esta clase de obras ú otras semejantes. La administracion por el Estado, no puede plegarse á la diversidad y á la movilidad de los gustos y de las necesidades; y como es irresponsable, tambien es insensible al temor de arruinarse y mucho mas al deseo de enriquecerse. Una compañía particular puede obtener en la explotacion mayores economías, y mantener tambien mas exactitud y seguridad en el servicio; puesto que los abusos que cometan sus agentes, pueden ser reclamados en los tribunales, mientras que no es posible hacer otro tanto contra el gobierno. "De hecho, salvo alguñ "nas excepciones, dice Mr. Coquelin, (1) la indi- "ferencia, el olvido, la negligencia y el desórden, "son enfermedades inevitables que reinan en to-

(1) Revue des deux mondes. Juillet 1845. *Chemins de fer et canaux.*

" dos los establecimientos administrados por el " Estado."

Pero si no somos partidarios de la construccion y explotacion exclusiva por el Estado, tampoco opinamos porque, como en Inglaterra, se deje á las compañías disponer sin ninguna limitacion de aquello, en que puede decirse, que hoy estriba buena parte de la riqueza y del porvenir de una nacion. Admitiendo, ademas, que' el gobierno tenga que cooperar con los recursos que pertenecen á todos los habitantes del pais, debe tambien admitirse, que aun dejando esas vias de comunicacion en poder de quien por su propio interes ha de explotarlas con mayor eficacia, le corresponde siempre ejercer una continua sobrevigilancia, para que el público encuentre en ellas seguridad y baratura.

Si en los paises que por largos años han gozado de todos los beneficios de la paz, en que bajo la sombra de instituciones que la miserable prevision humana calificaba perdurables, el espíritu de asociacion ha podido desarrollarse, y la industria particular acometer sin peligro, empresas colosales; los gobiernos han tenido que prestar todo su apoyo moral, é impartir su cooperacion material al establecimiento de los ferrocarriles, ¿qué debe hacerse en nuestro pais, donde la guerra civil, erigida hasta hace poco en situacion normal, ha arruinado tantas

fortunas, destruido todo espíritu de asociacion, y ahuyentado los capitales extranjeros que en los primeros años despues de la independencia, pretendieron sus dueños emplear en nuestro suelo? Juzgamos, pues, indispensable que el Estado subvencione las compañías; y teniendo en cuenta cuanto se ha expuesto en este escrito, he aquí las bases generales que propondriamos para una ley sobre la materia:

ART. 1º El Gobierno supremo de la nacion, mandará estudiar y formar los planos y presupuestos de aquellas líneas que juzgue ser de utilidad general.

ART. 2º Divididas las líneas generales en secciones, cuyas extremidades toquen en dos grandes centros de poblacion; y examinados los planos, presupuestos é informes respectivos, se decretará para cada seccion, una subvencion; fijando el término en que deba empezarse y concluirse su construccion, despues de concedida á alguna compañía.

ART. 3º Las tres cuartas partes de esta subvencion, las pagará el Gobierno supremo, y la otra cuarta parte, los Estados que la línea recorra, en proporcion á la longitud de camino en cada uno comprendida.

ART. 4º Esta subvencion consistirá en una cantidad anual, destinada á pagar los réditos y la amortizacion de todo ó parte del capital, que segun los presupuestos deba invertirse en la construccion de la obra y en los primeros gastos de su explotacion.

ART. 5º Las compañías podrán ocupar los terrenos de propiedad nacional que necesiten para el camino y sus dependencias, sin pagar nada por ellos; y los de propiedad particular,

pagando su valor regulado por el de la contribucion predial que devengan.

Art. 6º Para cubrir las subvenciones, se emitirá un papel público, llamado de ferrocarriles, con el cual deberá pagarse: 1º *Un 25 por 100 adicional sobre los derechos de importacion.* 2º *La mitad de los derechos de exportacion de metales.* 3º *Un tanto por ciento sobre las contribuciones ó arbitrios municipales de los Estados por donde deba pasar el ferrocarril, que baste para cubrir anualmente la parte de subvencion que le toque pagar al Estado.*

Art. 7º Se creará una Junta de capitalistas, que será llamada *Junta superior de ferrocarriles,* que tendrá las siguientes atribuciones y obligaciones: 1º *Vender el papel de ferrocarriles.* 2º *Hacer los gastos de estudios, planos, presupuestos, etc. de las líneas que el Gobierno designe.* 3º *Pagar anualmente á las compañías concesionarias de cada seccion, la subvencion decretada en su favor.* 4º *Costear los gastos de impresion del papel público, decretos, informes, etc., y los demas concernientes al servicio de la Junta.* 5º *Recibir en depósito, para devolverlas á su tiempo, las cantidades ó fianzas otorgadas por las compañías concesionarias.* 6º *Percibir anualmente, por gastos de administracion y recaudacion, un tanto por ciento sobre los productos de la venta del papel.* 8º *Entregar al Gobierno cada año, las dos terceras partes del sobrante en numerario que le quedare despues de cubiertos todos sus pagos; y conservar en su poder, para seguir sin interrupcion sus operaciones, la otra tercera parte, quedando ésta en la cuenta del nuevo año como saldo á favor del Gobierno, quien podrá disponer de él pasados ocho meses.* 9º *La Junta publicará cada año, en el mes de Marzo, un informe pormenorizado de todas sus operaciones.*

Art. 8º Ni el Gobierno general, ni los de los Estados, ni los particulares, podrán disponer del papel de ferrocarriles, sin pagar previamente su importe á la Junta general ó á sus agen-

tes, á quienes los gefes de las oficinas recaudadoras lo devolverán inutilizado.

Art. 9º Se declararán libres de derechos de cualquiera clase, los carriles, silletas, carretillas, ruedas, carros, wagones, palas, zapapicos; las máquinas y demas útiles é instrumentos que se emplean en la construccion de los caminos de fierro, cualesquiera que sean sus dueños ó importadores. (1)

Art. 10. Durante cierto número de años, se concederá un premio por cada tonelada de buenos carriles, por cada máquina locomotora y por cada wagon que se fabriquen en el pais.

Art. 11. El peso por metro de los carriles y el ancho de la via, serán fijados por el Gobierno, de modo que este ancho sea el mismo para todos los ferrocarriles.

Art. 12. Las compañías tendrán libertad para expedir la primera tarifa de trasportes; pero el Gobierno deberá revisarla

(1) Creemos mala la costumbre que ya se ha adoptado, de auxiliar las empresas, concediendo exenciones de derechos aduanales á determinados individuos ó compañías; esto introduce una desigualdad injusta en el comercio y una irregularidad en el despacho de las aduanas, que puede perjudicar al fisco. Lo que esas gracias puedan importar legalmente, no hay inconveniente en incluirlo en subvenciones directas, que el Gobierno debe otorgar tan amplias y generosas como sea posible. Las exenciones en globo, sin designacion positiva del efecto exceptuado y su cantidad, nos parece que pueden ser todavía mas nocivas, porque pueden dar lugar á abusos muy difíciles de evitar; así, por ejemplo, tratándose de un ferrocarril, ¿no es cierto que casi no hay materia, ni sustancia, ni producto de la industria que no encuentre aplicacion en los diversos ramos de su construccion, explotacion, conservacion y administracion? ...... Cualquier efecto podrá, pues, introducirse como destinado á un ferrocarril, y el vista ó el administrador de la aduana tendrá dificultad para descubrir la verdad. El que esto escribe, fué director del ferrocarril de Veracruz á San Juan, desde 1854 hasta 1861, y tuvo facultad para introducir efectos sin pagar derechos; nunca abusó de tal privilegio, y tranquilamente descansa en el testimonio de cuantos administradores y empleados ha tenido en esos años la aduana de Veracruz; pero percibe el daño posible, y cree que cumple como buen ciudadano, indicándolo.

cada cinco años, y reducir sus cuotas en beneficio del público, si los dividendos repartidos á los accionistas ó las utilidades líquidas anuales de la explotacion, pasasen del 10 por 100 del valor nominal de las acciones.

ART. 13. El Gobierno, para cada línea de ferrocarril, nombrará un ingeniero que inspeccione las obras durante su construccion y vigile la explotacion. Los honorarios y gastos de este ingeniero, serán fijados por el Gobierno y pagados por las compañías.

ART. 14. Ninguna concesion será perpetua: las compañías tendrán, durante 99 años á lo mas, el usufructo exclusivo de las líneas; y al terminar ese tiempo, si no hubiesen celebrado un nuevo convenio con el Gobierno, entrará éste en posesion de las líneas, pagando á las compañías el valor que entonces tuvieren los rieles y el material de explotacion.

ART. 15. Los agentes, tropas, correo y otros efectos pertenecientes al Gobierno general ó á los Estados que hubiesen contribuido á la subvencion, pagarán solamente la mitad de los precios de trasportes establecidos para el público.

ART. 16. El Gobierno general podrá imponer un derecho cuando mas de un centavo por legua, sobre cada pasajero y tonelada de mercancías que transiten en las líneas que tengan 15 años de terminadas, y cuyas utilidades sean superiores al 10 por 100 de su capital nominal.

ART. 17. El Gobierno fijará los dias en que deban hacerse las adjudicaciones, haciendo publicar oportunamente en Europa y ciudades principales de América, por medio de la Junta superior, los planos generales y parciales, los presupuestos, la ley general de ferrocarriles, la particular de subvencion de cada seccion, y cuantos mas documentos ó noticias puedan interesar á los empresarios.

ART. 18. Para pretender la adjudicacion de una seccion, tendrán las compañías que poner en manos de la Junta supe-

rior, fianzas ó valores que representen un año de subvencion. La compañía adjudicataria dejará en depósito esos valores como garantía de cumplimiento, y le serán devueltos por la Junta, el dia que se abra el camino al servicio público.

ART. 19. Las proposiciones se dirigirán á la Junta en pliegos cerrados, que se abrirán con toda solemnidad el dia fijado, y la adjudicacion se hará en favor de la compañía que se comprometa á concluir y poner el camino en explotacion en el mas breve plazo; y en igualdad de tiempo, en favor de la que rebaje mas sobre la subvencion concedida.

ART. 20. Si no se principiasen los trabajos de construccion en el tiempo estipulado, no habiendo causa extraordinaria debidamente justificada que lo haya impedido, la compañía perderá la concesion y el depósito situado en poder de la Junta superior; y ademas, sus promovedores ó los miembros que compusiesen su consejo de gobierno al hacerse la adjudicacion, serán pasibles personalmente, de una multa que se convendrá de antemano, y cuyo monto se habrá fijado en proporcion á la importancia del ferrocarril y al mayor ó menor interes que la nacion tenga en su pronta construccion. Antes de pretender la adjudicacion, los directores ó promovedores de una compañía, caucionarán individual ó colectivamente, á satisfaccion de la Junta superior, el pago de la multa convenida.

ART. 21. Si los trabajos no estuviesen terminados y la línea en explotacion en el tiempo estipulado, no habiendo causa justificada que lo haya impedido, la compañía perderá la concesion y el depósito situado en poder de la Junta superior. Esta tomará posesion provisional de las obras, almacenes, máquinas, herramienta, y en fin, de cuanto pertenezca á la compañía, y mandará justipreciarlo. Convocará desde luego á otra nueva adjudicacion, y ésta parará en la compañía que se comprometa á concluir la línea en el tiempo mas corto, y á pagar á la compañía cesante el mayor valor por lo ya ejecutado y por lo de-

mas que era de su propiedad. Si pasasen ocho meses sin que se presenten adjudicatarios, todo lo que pertenecia á la antigua compañía, pasará á ser propiedad de la nacion.

Art. 22. Una vez principiada la explotacion de una línea, la compañía sin que haya causa de fuerza mayor, no podrá suspenderla; y si tal hiciere, la Junta superior la tomará á su cargo por cuenta y riesgo de la compañía, la cual perderá totalmente la concesion, si á los cuatro meses de principiada la explotacion por la Junta, no se presenta en aptitud de poderla seguir por sí misma.

Art. 23. Las compañías de ferrocarril tendrán obligacion de presentar anualmente al Gobierno y á la Junta superior, para su publicacion, una memoria en que consten: 1º *Su capital social, con expresion de la parte ya realizada y de la parte existente en acciones ú obligaciones no enajenadas.* 2º *Los gastos que hayan tenido y los objetos de su inversion.* 3º *Los productos brutos de la explotacion clasificados en pasajeros, animales, equipaje, correos, mercancías, etc.* 4º *El número de millas recorridas por los trenes y su composicion.* 5º *La cantidad, precio y clase del combustible, aceite, grasa y otros ingredientes usados en la explotacion.* 6º *El número de máquinas, carros, wagones pertenecientes á la compañía y su estado de servicio.* Acompañarán á esta memoria los planos del camino y de las obras notables que se hubiesen ejecutado, así como un estudio sobre el estado general de la negociacion, indicando lo que resulte en pro ó en contra de su desarrollo, y señalando las medidas que seria conveniente dictase el Gobierno para acrecentar sus rendimientos.

CAPITULO III.

ADQUISICION DE TERRENOS.

En Europa y algunos estados de la Union americana, la adquisicion de terrenos de propiedad particular que han sido necesarios para los ferrocarriles, ha figurado siempre como parte importante de su costo. Para moderar las exageradas pretensiones del interes particular, que pudiera presentar muy serios obstáculos al establecimiento no solo de estas vias de comunicacion, sino tambien de las que forman los canales y caminos ordinarios, que como los de fierro tienen necesariamente que construirse en direcciones fijas y por terrenos determinados; ha sido indispensable dictar leyes sobre expropiacion y el modo de indemnizar á los propietarios. En México está vigente en esta materia la ley de Julio de 1853; pero el decreto expedido en Abril de 1861, á favor de D. Antonio Escandon, concede á éste, ó á las compañías que forme

para la construccion del ferrocarril de Veracruz al Pacífico, la facultad de ocupar los terrenos de propiedad particular, sin pagar mas indemnizacion, que la que corresponda á su valor computado proporcionalmente al de toda la finca á que pertenecen, y por el cual pagan la contribucion predial. Aunque los términos de esta concesion, á primera vista pueden parecer injustos y atentatorios del derecho de propiedad, seria de desear que se hiciesen extensivos á todos los ferrocarriles que hayan de construirse en todo el pais, por el inmenso interes que se tiene en su establecimiento, y porque los primeros que han de recoger los frutos de la obra, son los mismos propietarios de los terrenos por donde transite el ferrocarril.

Muy rara vez sucederá, en efecto, y sobre todo en paises como el nuestro, en que las fincas rústicas son tan extensas y donde tanto escasean las vias de comunicacion; que alguna de ellas no reciba una notable mejora, por el simple tránsito del ferrocarril por sus terrenos. Si acaso se presenta alguna excepcion de esta regla general, será respecto de fincas muy pequeñas, ó de edificios que deban ser destruidos; pero como entonces la cuestion se reduce á fracciones muy pequeñas del camino, poca cosa costará á las compañías, arreglarse con los propietarios amistosamente, pagándoles

una indemnizacion que los deje satisfechos y contentos.

Es evidente que la adquisicion de terrenos será, por mucho tiempo todavía, materia de una importancia muy secundaria en nuestro pais. No así en Europa: allí el valor de los terrenos, crecido de suyo, ha sido exagerado por la codicia, cuyas artes protegian indirectamente en varios paises, las leyes vigentes; y fomentaba extraordinariamente, la lucha en que se empeñaban las compañías por obtener concesiones de ferrocarriles; de manera que no por exagerar sus pretensiones, corrian los propietarios el riesgo de carecer de la mejora. Segun el *Annuaire des chemins de fer de* 1857, en Francia, la adquisicion de terrenos para ferrocarriles, habia costado, por término medio, á razon de $ 9,500 por milla de longitud. Poco menos costó en Bélgica, Alemania é Italia, y menos aún en los Estados-Unidos. Pero donde ese costo tomó proporciones gigantescas, fué en Inglaterra; ascendió nada menos que á la enorme suma de $43,000 la milla, segun Mr. Robert Stephenson, á quien vamos á escuchar.

" Las sumas pagadas, dice, por las compañías de " ferrocarriles por adquisicion de terrenos é in- " demnizaciones, son casi fabulosas. Fincas valua- " das en $ 30,000 se han comprado en 600,000 pe-

"sos. La mayor parte de los terrenos adquiridos "por las compañías de ferrocarriles, han valido á "sus dichosos propietarios desde $ 10,000 hasta "50,000 pesos el acre. Se sabe que una vez la can- "tidad pagada á una sola persona, fué tan enorme, "que su heredero juzgó caso de conciencia, devol- "ver la mayor parte de ella á la compañía com- "pradora. Otra vez, el dueño de un pedazo de "tierra recibió 25,000 pesos de indemnizacion, "por minerales que tenia debajo. Estos minerales "habian sido ya explotados, y abandonados por in- "útiles, su valor era ninguno; pero he aquí que "aparece en la escena un agente del ferrocarril, y "como por encanto, se volvió aquello oro. No es "necesario insistir en citar ejemplos. Es cosa bien "sabida que las compañías, han pagado de diez á "cien veces mas, el valor de los terrenos que han "adquirido."

Enormes como fueron las indemnizaciones pagadas, eran poco respecto de lo que pedian los propietarios. El hospital de dementes de Glasgow, reclamaba 214,720 pesos á la compañía del ferrocarril de Glasgow á Edimburgo. El jurado arbitrador opinó que se le pagasen 4,260 pesos; se conformó el hospital con este laudo, y ganó en el negocio.

Aunque no es del todo oportuno, hablaremos de

otra clase de gastos que han tenido los ferrocarriles ingleses, y que por fortuna nosotros no tendremos que considerar en nuestros presupuestos. Casi siempre el ocurso para obtener la concesion de una línea, encontraba una violenta oposicion en el parlamento, promovida por otras compañías. Para vencer esta oposicion y ser preferido, era necesario hacer los *Parliamentary-Expenses*, ó gastos de parlamento. Los hechos hasta 1857 para las 8,567 millas de caminos ingleses, ascendian á la enorme cantidad de $ 61,237,729, ó 7,150 pesos la milla. La compañía del *Eastern Union*, que construyó un camino de 96 millas de largo, gastó para obtener la concesion, $ 1,182,839: la del *London and South Western*, de 267 millas, $ 1,363,960: la del *London and Brigthon*, $ 23,453 por milla: la de *Manchester and Birmingham*, $ 25,327 por milla: la del *London and Blackwall*, $ 70,340 por milla.

La compañía del *Brighton*, sostuvo un pleito con otras tres compañías durante dos sesiones del parlamento, y cuando su expediente pasó á la comision para que abriese dictámen, gastó 5,000 pesos diarios por espacio de cincuenta dias. La cuenta de los honorarios del abogado de la compañía del *South Eastern*, ascendió á 1,200,000 pesos y contenia diez mil folios de artículos; varias compañías

sucumbian ante otras mas poderosas. (1) Nada mejor que esto, puede dar una idea del extravagante ardor con que los ingleses, estimulados por los buenos resultados de los primeros negocios relativos á ferrocarriles, se lanzaron á este género de empresas. Todavía en 1845, se publicaban en tres periódicos de Lóndres, los prospectos de 357 compañías nuevas de ferrocarril, cuyos capitales sociales reunidos, hacian la suma de 1,620,160,000 pesos, *mil seiscientos veinte millones, ciento sesenta mil pesos!!!*

(1) Todos los datos sobre ferrocarriles ingleses, están tomados de la obra de MM. Holey and Zerah Colburn. *European railvays.* NEW YORK.

CAPÍTULO IV.

MODO DE PROCEDER A LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

No puede ser indiferente, el método que se adopte para invertir las considerables sumas que requiere el establecimiento de un ferrocarril; y fácil es concebir que para obras de tanta magnitud y variedad, de nada sirven los mejores presupuestos, si no se procede en la construccion con el mayor órden y economía. Aunque son conocidos por todos, los métodos que pueden seguirse en la construccion de las obras ordinarias, nunca estos han tenido que aplicarse en tan vasta escala, ni han debido producir con tanta violencia sus resultados, como en la construccion de los ferrocarriles. Que á fuerza de gente y de dinero, se hagan en un año treinta ó cuarenta leguas de ferrocarril, con gran número de puentes, sobre altísimos terraplenes, ó profundas excavaciones; ya sea atravesando pantanos intransitables, ó perforando la resisten-

te roca de las montañas, es cosa tan corriente hoy dia, que á nadie puede sorprender; pero que despues de gastar tanto dinero para allanar estos obstáculos, pueda la obra quedar defectuosa y exigir nuevos desembolsos y sacrificios para ponerla en buen estado, es uno de esos accidentes que debe preocupar grandemente el ánimo de los que componen la Junta Directiva, ó el consejo de administracion de una compañía; y al que no deben exponerse los que no quieran arriesgar los intereses de otros, ó burlar las esperanzas de sus comitentes. Por eso vamos á indicar en este capítulo, las ventajas y los inconvenientes que presenta cada sistema de los que se han seguido para la construccion de los ferrocarriles.

1º Cuando la Junta Directiva de la compañía ha querido por sí misma regentar la construccion de las obras, ha encomendado su direccion á ingenieros inteligentes, encargándose de proporcionarles los obreros, materiales, útiles é instrumentos necesarios, que ella directamente paga; y como ordinariamente en este caso, quedan dirigiendo las obras los mismos que las han proyectado; se consigue la ventaja de que estas se ejecutan con arreglo á los planos aprobados anticipadamente, los que si deben sufrir alguna modificacion, por accidentes imprevistos, esta modificacion no da lugar

á contestaciones, en que por lo menos se pierde el tiempo. Aparentemente utiliza la compañía, lo que hubieran ganado los contratistas, si se hubiese hecho por contrata la obra. Pero los inconvenientes con que se tropieza en la práctica de este sistema, son mucho mayores que las ventajas que puede ofrecer. En efecto, desde luego se percibe el cúmulo de trabajos de diverso género, que recaen sobre la junta directiva, y como es regular que esta se componga de riços comerciantes y grandes propietarios, que no reciben ninguna retribucion de la compañía, teniendo negocios particulares graves á que atender; rara vez habrá entre ellos, quien teniendo los conocimientos necesarios, quiera consagrarse asidua y exclusivamente y estimulado por solo el honor, á servir en provecho de otros. Será necesario emplear á varios ingenieros, administradores, corredores, pagadores y multitud de agentes subalternos, que podrán estar adornados de todas las virtudes que pueda exigirse; pero que de seguro, no tendrán la vigorosa energía y la perspicacia, que da el interes personal estimulado por la esperanza de lucrar, ó por el temor de perder que tienen todos los que emprenden algun negocio por su cuenta y á su riesgo. Por eso ha dicho Say "que nada despierta tanto la inteligen- "cia del hombre, como el interes personal. Hace

"inteligentes aun á los mas necios." De manera que este sistema, solo puede emplearse cuando la línea es de corta extension, y no hay urgencia de que pronto se concluya.

2º Otro sistema consiste en dividir la línea en varias secciones, cuya construccion se contrata con diversos empresarios, teniendo estos obligacion de entender en todas las atenciones secundarias de adquisicion de materiales y útiles, jornales de operarios, etc., y comprometiéndose á entregar la obra al cabo de cierto tiempo. En este caso, los trabajos de la junta directiva son mucho mas reducidos, y puede desempeñarlos con mayor facilidad; pues con solo que tenga el tino suficiente para escoger un ingeniero de despejada inteligencia, de vigor y de rectitud, que cuide de la buena ejecucion de las obras, y de que los empresarios se sujeten á los planos y cláusulas de los contratos; facultándolo ademas, para que en el evento de necesitarse alguna modificacion en el trazo, en las dimensiones de las obras, ó en la clase de los materiales; pueda hacerla con toda libertad, teniendo que sujetarse á ella los empresarios, recibiendo la indemnizacion ó sufriendo el descuento que el mismo ingeniero, como árbitro supremo, señale por el aumento ó diminucion del trabajo, ó de costo que la variacion de los materiales importe; si todas estas condicio-

nes se comprenden claramente en las escrituras de contrato, no hay duda que este sistema producirá los mejores resultados.

Para asegurarlos mas, debe cuidarse que las secciones en que la línea se divida, sean suficientemente pequeñas para que puedan tomarlas, empresarios de corta fortuna; pues estos, generalmente, construirán con mayor baratura y tomarán mayor empeño, vigilando por sí mismos, á fin de que la obra no resulte defectuosa. La pequeñez de las secciones tiene la ventaja de que si alguno de los empresarios deja de cumplir, ya sea por mala construccion, ó por no terminar la obra que le corresponda en el tiempo que se le haya prefijado, es fácil contratar nuevamente su seccion entre alguno de los muchos empresarios; lo que se dificulta cuando estos son pocos. Las pequeñas secciones, evitan igualmente el inconveniente de las *subcontratas*, á que generalmente se inclinan los empresarios en grande. Este inconveniente es de los mas graves; pues ademas de que se introducen en los trabajos, personas que no tienen, respecto de la compañía, ninguna responsabilidad, estas se resisten á reconocer al ingeniero en gefe como su superior inmediato.

Bajo este sistema y con el mejor éxito, se han construido la mayor parte de los ferrocarriles exis-

tentes, y es el que ordinariamente se sigue en Francia en las obras civiles, ó militares, que dependen del gobierno.

3º Puede por fin, la Junta directiva, para desentenderse de todo trabajo, contratar con una sola persona la construccion de toda la línea, las estaciones, depósitos, y aun la habilitacion de máquinas, etc., etc., que se necesiten para el servicio de la explotacion. Los inconvenientes de esta idea, están descritos con notable propiedad y exactitud por Mr. Jhon B. Jervis. (1) Oigámosle:

"De algunos años á esta parte, se ha introdu-
"cido la costumbre de poner en manos de un solo
"empresario, la construccion completa de un fer-
"rocarril. Esto trae el inconveniente de disminuir
"la autoridad y el poder del ingeniero de la com-
"pañía, y es natural que así sea; pues el hombre
"que ha tenido bastante influjo para adjudicarse to-
"da una línea, y los suficientes recursos para cons-
"truirla, no ha de querer dejarse gobernar por un
"ingeniero. Algunas veces, el nombramiento de
"éste, ha quedado sujeto á la aprobacion del em-
"presario."

"Uno de los arbitrios que mas comunmente han
"empleado los empresarios, para obtener la adju-

(1) J. B. Jervis. Civil Engineer. *A treatise on the construction and management of Railways.* New York.—1861.

"dicacion completa de una línea; es el de propo-
"ner que admiten en pago, una gran cantidad de
"acciones ú obligaciones de la compañía. Desde
"luego se concibe que los que anhelan por disfru-
"tar los beneficios indirectos del ferrocarril, y no
"pueden reunir los fondos necesarios para empren-
"der y ejecutar la obra, acogerán con ardor seme-
"jante proposicion, que les asegura su intento; y
"si tales personas (como es probable), tienen la
"direccion de los negocios de la compañía, no les
"faltarán razones especiosas para persuadir á los
"demas accionistas, que el método de contratar con
"uno solo es el mejor; pues de esta manera se sabe
"de una vez lo que ha de importar la obra, y no
"quedan sujetos á la incertidumbre de los presu-
"puestos de un ingeniero. La experiencia ha de-
"mostrado que en esto hay engaños é ilusiones."

"Si el objeto es solo el de asegurar los beneficios
"indirectos del ferrocarril, este método es el mejor,
"si no el único practicable, y será excelente, mien-
"tras no haya mas accionistas que los que estén real-
"mente interesados en esos beneficios indirectos,
"y vean como cosa secundaria el interes que sus
"acciones puedan producirles. Cuando de esto se
"trata, se juntan los interesados, y entre ellos ha-
"cen una suscricion con el objeto de reunir algun
"dinero, y dar cierto sér á la compañía; entonces se

" promueve la suscricion de los Ayuntamientos, de
" las legislaturas; se consigue la reparticion de un
" gran número de acciones, y se comienza la obra.
" Todo está bueno, mientras los que promueven
" son los únicos interesados; pero si por casualidad
" llega á tomar parte en la empresa, algun accio-
" nista de los que solo desean sacar algun rédito á
" su capital, es mas que probable que sus esperan-
" zas queden defraudadas."

El capital nominal que se invierte en un ferrocarril hecho segun este sistema, es generalmente muy superior al costo verdadero de las obras en dinero; y como por lo comun, el contrato con un solo empresario, se hace estipulando aquello puramente indispensable para que corra el tren, sin expresar á veces ni la calidad y peso de los carriles, ni la clase y número de durmientes, y facultándolo para variar el trazo de la línea y sus perfiles; el empresario, que naturalmente busca la baratura, construirá las obras de cualquier modo; empleará carriles sin fuerza duradera, durmientes de la peor madera, multiplicará las curvas, ó reducirá su radio, aumentará las inclinaciones de la via y de los taludes de los terraplenes; y el resultado, en fin, será fatal para los mismos que promovieron la obra; pues será preciso hacer nuevos desembolsos para poner el camino en buen estado; y lo que

no pueda remediarse, será causa perpetua de crecidos gastos en la explotacion y para la conservacion del camino. "Los caminos construidos recien-
"temente bajo este sistema, dice el autor poco há
"citado, han tenido que aumentar su capital de
"25 hasta 100 por 100 sobre el costo que hubie-
"ran tenido por otro sistema. Aunque considero
"este método sujeto á muchas objeciones, debo no
"obstante confesar, que algunas veces ha produ-
"cido buenos resultados, especialmente en paises
"nuevos y baratos, donde habia ocultos grandes
"elementos de comercio, á cuyo desarrollo contri-
"buyó el ferrocarril; pero se debieron estos buenos
"resultados, á que cayeron en manos de excelentes
"directores; de modo que los perjuicios del siste-
"ma, solo se experimentaron en parte, y la abun-
"dancia del tráfico compensó todas las pérdidas.
"Esto no prueba, sin embargo, que sea bueno el
"sistema, sino que puede serlo por accidente; y no
"cabe duda que el antiguo sistema (el de contra-
"tar por secciones pequeñas), es el mas favorable
"para los accionistas que buscan en el camino, un
"medio de obtener ganancias directas."

Algunos de los males de este sistema, pueden evitarse si consigue la compañía que los trabajos del empresario se hagan bajo la inspeccion de un ingeniero inteligente é íntegro; y esto debe pro-

curarse, cuando el Estado y los Ayuntamientos, contribuyen á la obra, con fondos públicos.

No debe terminarse este capítulo sin copiar textualmente lo que sobre las materias contenidas en él, ha opinado nuestro muy estimado profesor M. A. Perdonnet. "Cuando se contrata la construc-
"cion de todo un ferrocarril con solo un empresa-
"rio rico y todopoderoso, al que no le faltan medios
"para seducir á los empleados de la compañía, es
"muy difícil, sean cuales fuesen las cláusulas del
"contrato, evitar el fraude y preservarse de traba-
"jos defectuosos; y esto llega á ser casi imposible,
"si el contrato no está acompañado de un cuaderno
"de prescripciones *(cahier des charges)*, en el cual
"se indican todos los trabajos que se deben ejecu-
"tar, y se determina el modo de ejecutarlos."

Hablando despues del modo de recibir las obras ejecutadas sin la debida inspeccion en su adelanto progresivo, dice: "Este acto se limita al exámen
"exterior de las obras. Que las tierras que com-
"ponen un terraplen barroso hayan sido imperfec-
"tamente secadas, y que se haya descuidado piso-
"nearlas; que algunos caños hayan sido mal colo-
"cados; que la cal empleada para algunas obras de
"mampostería sea de mala calidad; que las maderas
"ocultas de una armadura sean tambien de mala
"clase, ó que hayan sido mal ensambladas; los in-

"genieros encargados de recibir las obras, no pue-
"den evidentemente descubrirlo."

"De nada sirve que el empresario garantice su "obra por uno ó dos años. La experiencia ha pro- "bado que en la mayor parte de las grandes líneas "de ferrocarriles, los derrumbamientos de los ta- "ludes barrosos mal establecidos, no se han ma- "nifestado sino tres ó cuatro años despues de la "apertura del camino; y obras de mampostería y "de carpintería, pueden resistir, aunque faltas de "solidez, algunos años."

"Admitimos, sin embargo, que un empresario "libre de la accion algunas veces molesta y abru- "madora de un consejo de administracion, pueda "ejecutar con mayor celeridad y economía que la "compañía con sus ingenieros, siguiendo el méto- "do de las contratas en pequeño; pero compárense "las ventajas é inconvenientes de la contrata con "uno solo, estimándolos en su justo valor, y esta- "mos ciertos de que se condenará definitivamente, "como nosotros condenamos, este género de con- "trata."

Cuando se adopta el método de contratas en pequeño, lo mejor es convenir con los empresarios ciertos precios correspondientes al trabajo que se impende. Se les paga, *v. g.*, un precio fijo por la excavacion y cargamento de un metro cúbico de

tierra, ó de roca de clase bien determinada; otro por la construccion de un metro cúbico de mampostería corriente; otro por un metro cúbico de mampostería de sillares; otro por el trasporte del volúmen de un metro cúbico, y á cierta distancia en carretones, wagones, etc., etc.; y con arreglo á estas estipulaciones, se paga el trabajo ejecutado. Así es como se han hecho la mayor parte de los ferrocarriles alemanes y franceses.

CAPÍTULO V.

OBRAS DE TERRASERIA.

Seria imposible la economía y comodidad en la explotacion de un ferrocarril, si recorriendo simplemente las ondulaciones y sinuosidades del terreno, tuviera grandes inclinaciones y curvas de muy corto radio. Los primeros trabajos de construccion se contraen á hacer desaparecer, ó disminuir en lo posible, esas desigualdades por medio de terraplenes y cortaduras; á salvar los obstáculos que oponen los rios, las profundas barrancas, ó las cimas inaccesibles, por medio de puentes, viaductos y subterráneos, ó *tunnels.* Sobre estas obras, que propiamente deben llamarse de *substruccion,* se asienta la que se conoce con el nombre de *superestructura,* de la cual se tratará oportunamente.

Como las obras de substruccion deben soportar

el peso, y servir de base y fundamento á la superestructura, la que á su vez tiene que soportar el peso y la velocidad de los trenes, es necesario que en todas sus partes tengan una solidez perfecta, sin lo cual serian de muy corta duracion.

Las tierras ó rocas que forman la corteza del globo terrestre, poseen distinta cohesion ó tenacidad; y á ésta y á su menor ó mayor alterabilidad, bajo la influencia de los agentes meteorológicos, deben la propiedad de conservar por mas ó menos tiempo la figura que se les da. Cuando simplemente se les aglomera en un punto, las caras laterales de sus macizos toman cierta inclinacion al horizonte, siempre la misma para cada clase de tierra en igualdad de circunstancias, que es lo que se llama su *talud natural.*

La seccion ó perfil trasversal de una obra de terrasería para que sea duradera, dependerá, pues, de las propiedades naturales de los materiales que entren en su formacion. Cuando por economizar tiempo ó dinero, por falta de terreno ó por cualquiera otra circunstancia, no se le pueda dar la seccion que la naturaleza de los materiales requiere, será necesario reforzarla con otros materiales de mejores propiedades naturales.

Las tierras, al ser removidas de la posicion que han guardado durante muchos años, aumentan no-

tablemente de volúmen (1), y pierden una parte de su cohesion, que no vuelven á adquirir sino con el trascurso del tiempo, por la accion constante del peso que soportan, y por la infiltracion de las aguas. Durante este periodo de condensacion, es cuando las obras de terrasería están mas expuestas á perder la forma que tienen y sus dimensiones; corriendo tambien el peligro de ser completamente destruidas por los agentes exteriores.

Entre estos, el mas temible por los daños que ocasiona, es el agua. Cuando las lluvias son abundantes, disuelven ó deslavan las tierras; obstruyen los fosos y empapan la parte sobre la cual descansa la superestructura. Pierde ésta su firmeza, y se hunde irregularmente; los durmientes asientan en falso y ceden al peso de los trenes; los carriles se doblan y tuercen; la via sufre un completo desarreglo, teniendo las ruedas de las locomotivas y wagones que vencer fuertes inclinaciones, y la explotacion es cada dia mas dispendiosa y arriesgada. Lo mismo sucede, cuando el agua queda algun tiempo depositada cerca de algun terraplen. Penetra entonces por absorcion en toda la masa, hasta la parte superior, aumentando su volúmen y destruyendo su cohesion. Estos efectos se presentan

(1) Las tierras ligeras aumentan $\frac{1}{10}$; las medianas $\frac{1}{8}$, y las fuertes $\frac{1}{6}$ de su volúmen.

con mas ó menos rapidez, y son mas ó menos remediables, segun sea la calidad de la tierra. Como quiera, son sumamente perniciosos, y no debe omitirse medio alguno para precaverse de ellos. Son varios estos medios, cuya eficacia ha demostrado la experiencia. Tales son las declinaciones suaves en los taludes y las plantaciones ó los revestimientos para afirmarlos. Es conveniente procurar cómodo curso á las aguas permanentes y pronto desagüe á las pluviales. Bajo el aspecto económico, cualquier dispendio que pueda hacerse para precaver los efectos del agua, es nada, comparado con los gastos que ocasionaria la reparacion de los daños que causase.

En la construccion de los caminos ordinarios, generalmente se hace lo posible por que el material que se extrae de las cortaduras, sirva para formar los terraplenes. Lo mismo debe procurarse en los ferrocarriles, pues esa compensacion presenta entre otras ventajas, la de reducir el terreno ocupado. Pero la magnitud de las obras, las enormes distancias á que seria necesario conducir los trasportes, y no pocas veces, la mala calidad del material que sale de las cortaduras, obligan frecuentemente á tomar las tierras de lugares mas próximos al terraplen en construccion. Por este método, es claro que los trabajos se aceleran, pero al adop-

tarlo conviene establecer cierta regularidad en las excavaciones que se practican fuera de la línea, para no dar al terreno un aspecto desagradable á la vista, ó inutilizarlo para el cultivo, dejando que se formen depósitos de agua que luego se convierten en focos de infeccion.

El terreno que ha de ocupar un terraplen, debe dejarse perfectamente limpio de piedras, yerbas, troncos, ramas y en general de cualquier cuerpo, que destruyendo la homogeneidad del macizo, ó pudriéndose, pueda causar depresiones, ó derrumbamientos.

Si la altura del terraplen no ha de pasar de un metro y 50 centímetros, se puede construir haciendo un foso de cada lado, echando las tierras al centro y extendiéndolas por capas de 25 á 30 centímetros de espesor, que se afirman por medio de golpes de pison. Estos golpes, deshacen los terrones y evitan la formacion de cavidades que son muy nocivas. Los fosos laterales, ademas de proporcionar los materiales necesarios para el terraplen, le sirven de defensa y son muy apropiados para hacer por ellos el desagüe.

Para un terraplen mas elevado, las tierras que faltan se conducen en carretones, extendiéndolas igualmente en capas de poco espesor; y el tránsito continuo de caballos y carruajes desbarata los

terrones, rellena las cavidades, comprime el terreno y produce al fin un macizo suficientemente compacto y homogéneo que presenta grande estabilidad. Pero los trasportes en carretones, solo se pueden usar en terraplenes de poca altura; á distancias que no excedan de 150 metros, cuando el tiempo es favorable y el material ès de buena calidad. Si no concurren estas circunstancias, es preferible conducir la tierra en wagones tirados por caballos sobre vias provisionales ó por locomotivas, como veremos mas adelante. Entonces el procedimiento queda reducido á formar los dos lados del terraplen alzándolos de una vez á toda su altura, y despues se rellena la parte central. No se debe comenzar á vaciar en el centro para completar despues los costados, como se hace á menudo; porque entonces quedan estos muy flojos y se desprenden fácilmente.

Se ha dicho ya, que al ser removidas las tierras, aumentan de volúmen, y despues van comprimiéndose hasta adquirir un estado invariable de cohesion. Es, pues, importante prever los efectos de esta compresion, al fijar las dimensiones de un terraplen en construccion, para que cuando las tierras hayan hecho su *asiento*, no resulte demasiado bajo. Este asiento ó contraccion, es segun algunos autores, proporcional al cubo de la altura;

pero no es esto cierto en general, pues varía segun la calidad de la tierra. De aquí se infiere que no debe ponerse la superestructura, hasta que el terraplen haya hecho su asiento.

Los acueductos de desagüe, los puentes y otras obras de mampostería sobre las que haya de levantarse un terraplen, deben hacerse con la conveniente anticipacion, á fin de que adquieran la consistencia debida. Y con el objeto de evitar que se cuarteen ó se inclinen á un lado, cediendo al peso ó al empuje de las tierras, conviene elevar éstas con precaucion por ambos lados simultáneamente de las bóvedas, y extenderlas despues por encima, formando capas bien pisoneadas de 25 á 30 centímetros de espesor.

Sea cual fuere el sistema adoptado para construir un terraplen; debe dársele de una vez su ancho total, porque el material que despues de construido se le echa sobre las caras laterales, no adhiere bien y se desprende ó resbala fácilmente.

El ancho del terraplen en la parte superior, se fija de modo que los durmientes, cuya longitud ha de sér proporcionada al ancho de la via férrea, encuentren suficiente superficie de *bálast* sobre que descansar. Una ancha superficie superior presenta ademas la ventaja, de que en el caso de un accidente, como un descarrilamiento, el tren no está

tan á riesgo de rodar hácia abajo, lo que aumenta extraordinariamente el deterioro y las desgracias que se experimentan en semejantes casos. Para los ferrocarriles de una sola via (*Lám. I, fig.* 1), el espacio comprendido entre los carriles, y además, 1 metro y 75 centímetros ó 2 metros, de cada lado, forman un buen ancho de terraplen. Si hay que poner dos vias, debe contarse un espacio cuando menos de 2 metros entre ellas. La inclinacion de los taludes varía necesariamente segun la calidad del material de que se forma el terraplen, ó el que le sirve de revestimiento. La mas usada es la que se mide por una y media de base, y una de altura.

El revestimiento mas sencillo y económico, consiste en extender sobre los taludes, la capa de 15 á 20 centímetros de espesor que al tiempo de limpiar el lugar para comenzar el terraplen, se ha arrancado de la superficie del terreno y se ha reservado, poniéndola á un lado. Las raices y semillas que esta tierra contiene, no tardan en germinar; y arraigándose, afirman el talud.

Cuando por la suave declinacion que se ha dado al talud, puede esperarse con fundamento, que resista por sí solo algun tiempo, se le siembra una mezcla de diversas semillas de plantas que germinen prontamente; como zacate, alfalfa, avena,

etc., ó se plantan estacas de árboles que fácilmente prendan. Mas, si por razon de su naturaleza, de su declinacion, ó de su situacion, el talud no quedase suficientemente defendido con las plantas referidas, ú otras semejantes, y exigiese una proteccion inmediata; el revestimiento deberá hacerse de céspedes, de madera, de piedra colocada en seco, ó de mampostería; siendo conveniente esperar que el terraplen haya hecho casi todo su asiento, para poner el revestimiento; sobre todo cuando se usa la piedra ó la mampostería.

Cuando hay absoluta necesidad de construir un terraplen con tierras barrosas, debe procurarse levantarlo en la buena estacion, empleando el barro bien seco y pisoneándolo para desbaratar todos los terrones; y despues de haber formado la parte interior dando á sus taludes una declinacion á 45°, se defiende de las aguas, echándole encima una camisa ó capa de buena tierra de 50 á 60 centímetros de espesor en la parte superior, y bajando de allí para los costados con la declinacion de uno y medio de base por uno de altura. Si se escasea la tierra de buena clase, se construye con ella una banqueta al pié del talud, de la altura que sea posible; y esto solo basta muchas veces, para contener el movimiento de las tierras barrosas. De este modo nos fué dable consolidar con muy

buen éxito, aunque bajo las peores circunstancias (en la estacion de lluvias), el gran terraplen del Molino, en el camino de Veracruz á San Juan, de 2,000 metros de longitud y 7 de altura media, que se habia derrumbado por la abundancia de aguas, antes de que tomásemos la direccion de las obras.

En lo dicho hasta aquí, se ha supuesto que el terreno en que se trabaja es seco, y bastante firme para no ceder bajo la triple presion del terraplen, de la superestructura, y de los trenes que recorren los ferrocarriles con gran velocidad, sacudiendo violentamente toda la masa, ó por lo menos haciéndola vibrar fuertemente. Algunas otras precauciones son necesarias cuando hay que atravesar una ciénaga, un pantano ó algun terreno seco y firme en la apariencia, pero que por su constitucion interior, puede comprimirse ó deslizarse repentinamente, bajo el peso de una carga de alguna consideracion.

Si la ciénaga ó pantano proviene del estancamiento de las aguas de algun manantial, ó de derrames conocidos, cuya direccion pueda cambiarse; se variará desde luego su curso, y dejando secar por algun tiempo el terreno, se podrá levantar despues el terraplen, dándole una altura tal, que no puedan cubrirlo las aguas, aun cuando volviesen á llenar la antigua ciénaga.

Si no pudiese desaguarse, pero presentase á poca profundidad un fondo firme de buena clase, se haria el terraplen como antes se ha dicho, vaciando las tierras por los costados hasta elevarlos á toda su altura, y rellenando despues el centro. Para formar estos terraplenes en el agua, debe emplearse la mejor clase de material de que pueda disponerse.

Muchas veces se encuentran terrenos pantanosos, en los que la exuberante vegetacion y constante destruccion de las plantas acuátiles, ha formado una costra superficial de algun espesor y de bastante resistencia. Tales son las *chinampas* de las cercanías de México. Sobre esta costra puede muy bien construirse un terraplen, con tal que sea de poca altura, y tenga una ancha base, para dejar al terreno la mayor parte de su resistencia, de manera que pueda soportar el peso de la superestructura y de los trenes, repartiéndose éste sobre una superficie bastante grande.

Entre las obras de terrasería; las ejecutadas en el camino de fierro de Liverpool á Manchester, en el lugar llamado Chat-Moss, han adquirido gran celebridad; no tanto por las dificultades que á primera vista presentaba el terreno, como por la admirable sencillez del método inventado para superarlas, por el ilustre Jorge Stephenson.

Era necesario atravesar una formacion de hornaguera, extendida en una área de 12 millas cuadradas, y tan poco resistente, que no podian transitarla ni los animales. El fondo firme de arcilla arenosa, se encontraba á una profundidad que variaba entre 10 y 34 piés. Mr. Lescount describe en estos términos el método empleado por J. Stephenson. "Donde se necesitaba un terraplen que "por el método ordinario hubiera costado enormes "cantidades, pues que debia apoyarse en el suelo "firme situado á una gran profundidad; Stephen-"son imaginó servirse de la misma hornaguera. "Se abrieron fosos á distancia de cinco yardas, y "cuando la hornaguera que quedaba entre ellos, se "habia secado perfectamente, se empleaba para "hacer el terraplen. El éxito fué tan satisfactorio, "que solo se invirtieron cantidades de material "cuatro veces mayores á las que habrian sido ne-"cesarias para hacer el terraplen en un terreno fir-"me ordinario."

"Donde el camino debia pasar á nivel del ter-"reno, se abrieron fosos de cada lado en la línea "central; los que cruzados de trecho en trecho por "otros fosos trasversales, secaron la costra superior "de la hornaguera, que así adquirió suficiente con-"sistencia. En este estado, se colocaban una ó dos "camas de zarzos de 4 piés de ancho y 9 de lar-

"go, cubiertas con brezo, ó esparto; y sobre esto "se extendia el bálast, y se colocaba el resto de la "superestructura. Donde era necesario, se ponian "soleras longitudinales, ó durmientes atravesados "para soportar los rieles; y todo se secó perfecta- "mente."

"Para hacer las cortaduras, se abrieron fosos "longitudinales de 2 piés de profundidad de cada "lado de la línea del ferrocarril proyectado; y cuan- "do por este medio, se conseguia secar la parte "superior de la hornaguera, hasta una profundidad "de 12 á 15 pulgadas, se quitaba como es uso en "las excavaciones comunes; se daba entonces ma- "yor profundidad á los fosos; se extraia la parte "nuevamente desecada; y así sucesivamente, hasta "obtener la profundidad que requeria el ferrocar- "ril; la cual fué de 9 piés en algunas partes, mien- "tras que en los terraplenes llegó hasta 12 piés "la altura. La única circunstancia que favoreció "estas operaciones, fué que el terreno de la hor- "naguera se hallaba mas alto que el que lo rodea- "ba, y esto contribuía alguna cosa al desecamien- "to. Pero si se tiene en cuenta que la naturaleza "del terreno era tal, que una barra de hierro se "sumia en él por su propio peso; será necesario "confesar que la idea de hacer pasar un ferrocarril "al traves, por dentro y por encima de semejante

"material, no le hubiera ocurrido á ningun hombre "de talento comun."

Cuando no es posible dar al terreno la suficiente resistencia por medio del desecamiento, se establecen una ó varias plataformas, ó camas de faginas, ó de troncos de árbol de 15 á 20 centímetros de grueso, colocadas trasversalmente, y alternando con capas de buen material. Antes de poner el bálast se cubre todo el banco con zarzos ó tablas para repartir bien la presion; y con este mismo objeto, pueden colocarse soleras longitudinales debajo de los durmientes ó atravesaños de los carriles.

En Holanda, pais cuyo suelo está por todas partes mas bajo que el nivel del mar, y defendido solamente de las inundaciones del Océano, por un sistema admirable de diques y canales, ha habido necesidad de establecer muchos terraplenes de ferrocarriles, en ciénagas profundas; y esto se ha hecho formando capas alternativas de faginas, piedra suelta y barro fuerte, todo sujetado por estacas y zarzos; el peso del terraplen, formado de arena de mar y de hornaguera, comprimia la masa y la consolidaba: el bálast se componia de conchas marinas.

Cuando hay que construir un gran terraplen en terreno compresible ó compuesto de capas inclinadas, que pueden resbalar unas sobre otras; una de

las precauciones mas sencillas que pueden tomarse, es la de aumentar el ancho de la base del terraplen; de modo que se disminuya la presion por unidad de superficie, tanto como lo exija la naturaleza del terreno. Tambien empleando materiales ligeros, que dejen huecos entre sí, puede obtenerse el mismo resultado. Pero no es esto suficiente algunas veces. He aquí lo que sobre esta materia escribe el Sr. Perdonnet.

"En el camino de Versailles (ribera izquierda "del Sena), el ingeniero en gefe Mr. Bergeron, "ha contenido el deslizamiento de una capa de "barro, sobre la cual se habia construido un gran "terraplen, por un procedimiento muy ingenioso "que vamos á describir."

"Las aguas de infiltracion y de manantiales que "llenaban una capa de arena y de casquijo, situada "encima de un banco muy grueso de arcilla plás-"tica, hacian muy resbaladizo y comprimible el "suelo inferior. No obstante muchas tentativas, "habia sido imposible terminar el terraplen pro-"yectado, y el valle de Fleury se atravesaba sobre "dos hileras de estacas de madera que unian los dos "estribos del viaducto con el flanco de la colina. "Despues de siete años de uso, como ya no ofre-"ciesen las estacas bastante seguridad para el trán-"sito de los trenes del ferrocarril, fué necesario

"volver al proyecto primitivo, y emplear los me-"dios convenientes para dar resistencia al suelo "inferior. Esto se consiguió, haciendo dos hende-"duras paralelas al eje del camino, que se llenaron "de piedra suelta, á distancia una de otra de 10 me-"tros, y extendiéndose en toda la base del terra-"plen; estas hendeduras ó *pedreras* se excavaban "verticalmente por medio de blindas y puntales, "hasta 12 ó 15 metros de profundidad, y se liga-"ban entre sí por otras pedreras trasversales. En "algunos puntos la capa de arcilla plástica tenia "mas de 8 metros de espesor."

"Escurriéronse las aguas por dos pequeños "acueductos construidos en el fondo y á lo largo "de todas las hendeduras, hasta un sumidero ge-"neral, abierto profundamente en la greda absor-"bente, donde desaparecieron."

"Las pedreras han originado una contraccion "en la capa impregnada de agua superior al banco "de arcilla, y todo el macizo se encontró perfec-"tamente desecado, y obró como muro de apoyo "para contener el deslizamiento del terreno su-"perior."

"Por medio de este procedimiento, se pudieron "reemplazar las estacas del valle de Fleury, por "el terraplen definitivo de grande altura, sobre el "cual pasa hoy el camino."

"En el mismo camino, cerca de la estacion de " Sèvres, un terraplen de arcilla, ejecutado en tiem- " po húmedo, tenia una tendencia á hundirse cons- " tantemente. Inútil fué todo el cuidado que se " tuvo de pisonear las capas de barro, y de dese- " carlas por medio de capas de arena, para facilitar " el escurrimiento de las aguas subterráneas. Sú- " bitos hundimientos se verificaban con frecuencia, " y varias veces fué necesario desviar el eje del ca- " mino de fierro. Entonces se emplearon con buen " éxito, barras de hierro que atravesaban el terra- " plen poco mas ó menos á dos metros debajo de " la via férrea, y terminadas en sus extremidades " por plataformas verticales de encina que sujeta- " ban las tierras. Estas barras hacian el mismo " efecto que las que se ponen en los edificios, para " ligar entre sí dos paredes verticales paralelas, que " tienden á separarse. Sin embargo, despues de " algunos años este terraplen tuvo todavía desliza- " mientos en la parte inferior, lo cual se ha reme- " diado definitivamente, poniéndole por un lado " una pedrera semejante á la del viaducto del valle " de Fleury, y por el otro, una línea de estacas y de " tablones (palplanches), bien unidos y clavados " por medio del martinete, en toda la longitud de " la parte deslizable."

En los ferrocarriles que recorren varias partes

de la costa de Inglaterra, atravesando las anchas desembocaduras de algunos rios, se encuentran terraplenes de 5 á 6 metros de altura, construidos en la misma orilla del mar, sobre bancos de arena movediza de 7 hasta 23 metros de profundidad. Estos terraplenes, están por un lado expuestos á las injurias del mar, y por el otro á la accion de las aguas de los rios. Para construirlos, era necesario esperar el tiempo de la baja marea; pues solo así era posible lograr que quedase descubierta y seca una playa extensa.

Con la mayor celeridad se elevaba entonces un promontorio de arena que se tomaba del lado del mar; sobre este promontorio se colocaba una capa de arcilla bien batida de 39 centímetros de espesor; despues, otra capa de 30 á 131 centímetros de espesor, formada de pedazos pequeños de piedra; y finalmente, se revestia el talud exterior, con piedras labradas bien unidas de 25 por 45 centímetros de superficie en la cara externa, y 40 de tizon. Toda la cima del talud se coronaba con un parapeto de piedra para proteger la via férrea. El revestimiento del lado de tierra, se hacia mucho mas delgado que el del lado del mar. Al talud hácia el mar, se le daba un declive de 2 de base por uno de altura. Al del lado de tierra $1\frac{3}{4}$ por 1.

Con el objeto de evitar que durante el flujo, la resaca destruyese la extremidad del terraplen, se construian diques *submersibles* en los lugares convenientes.

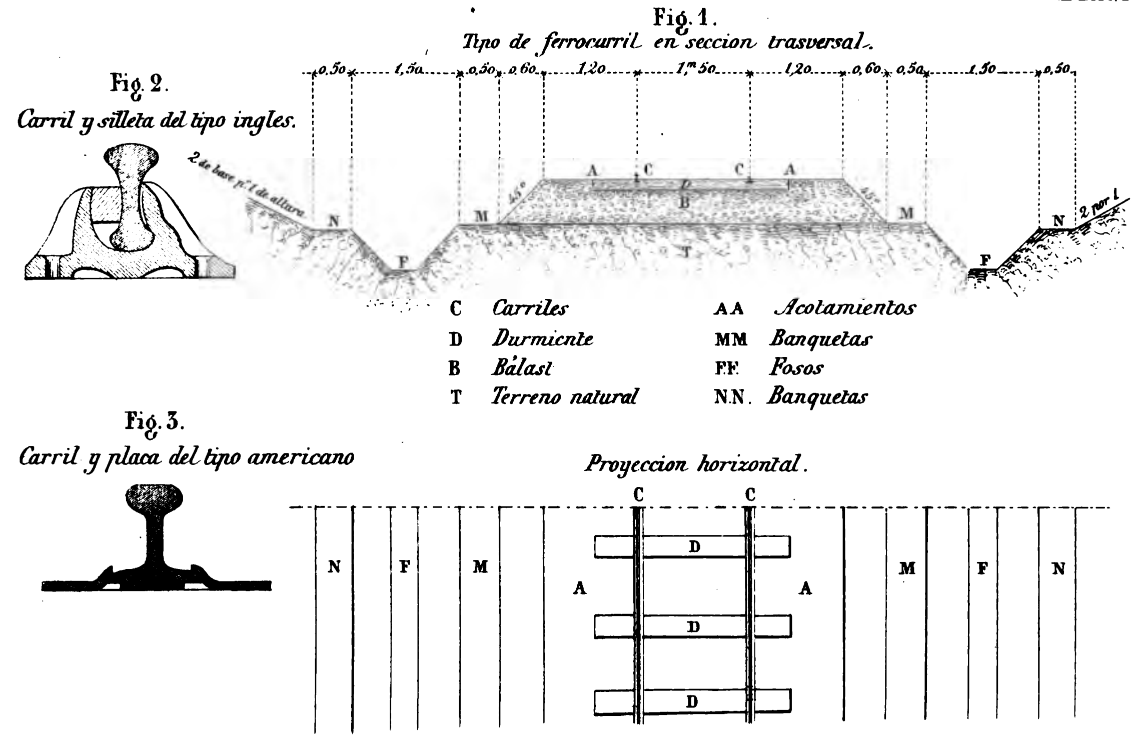
Mas allá de cierta altura, que depende de la calidad del material, los gastos de conservacion de los terraplenes, van aumentando considerablemente en relacion con aquella dimension, á la cual no puede señalársele anticipadamente un límite, ni aun para cada clase de tierra; porque depende de multitud de accidentes meramente locales, como son la diferencia en el valor de los terrenos, la de los materiales y la de la obra de mano; presentándose otras circunstancias que influyen en el costo primitivo del terraplen y su consolidacion. Así es como pueden explicarse esas enormes moles de tierra que se han levantado en algunos ferrocarriles, cuando en otros, en vez de terraplenes de mucha menor altura, se han construido viaductos de madera, hierro ó mampostería. El terraplen de Rentershofen, cerca de Röthenbach en Baviera, es el mas alto que existe; mide 584 metros de largo, 52,^{m}56 de altura máximum, 10 metros de ancho en la parte superior, y 278,^{m}64 de anchura máximum en la base. Su volúmen asciende á 2,200,000 metros cúbicos, y su costo comparativamente pequeño por la baratura de los jornales de los operarios terra-

seros, fué de $ 630,000, ó sea, menos de 18 centavos de peso por cada metro cúbico; siendo de advertir, que ningun método particular se empleó para la organizacion de los trabajos y el trasporte de las tierras, en una obra gigantesca, cuyo estado de conservacion y equilibrio, suscita cuestiones interesantes; lo cual pudo hacerse con grandes ventajas y mayor economía. (1)

Si en lugar de un terraplen, hay necesidad de hacer una cortadura; no debe procederse á su ejecucion, mayormente cuando la obra es de alguna importancia y consideracion, sin estar perfectamente instruido de la composicion del terreno, la clase de materiales que contiene, su disposicion en una sola masa homogénea, ó en capas de diverso espesor y composicion distinta; atendiendo ademas, á su diferente consistencia y permeabilidad, y á su mayor ó menor inclinacion sobre el horizonte. Son necesarios estos datos: 1º para prever las circunstancias en que deberán encontrarse las paredes ó taludes de la cortadura: 2º para poder combinar los medios mas adecuados para la consolidacion y saneamiento de la obra: 3º para calcular desde luego el volúmen y peso de los materiales que indispensablemente habrán de extraerse, y determinar la distancia á que hayan de traspor-

(1) Couche, *Chemins de fer Allemands.* Annales des Mines. 1854.

Lám. I.



Lit. de Decaen.

tarse; ya se consideren útiles para aprovecharlos en los terraplenes; ya se tengan que depositar en los lados de la via por inútiles; y finalmente, para escoger el sistema mas expeditivo y económico de hacer la extraccion.

En las cortaduras, del mismo modo que en los terraplenes, es necesario dar á los taludes el declive conveniente, revistiéndolos y consolidándolos artificialmente; pues sin esto, estarian expuestos á derrumbamientos y destrucciones parciales, ó á desprenderse súbitamente en grandes masas que obstruirian la via, interrumpiendo el tráfico.

Rara vez se cortan macizos de piedra ú otro material cuya cohesion no varie despues de practicada la excavacion. El simple contacto del aire es suficiente á veces, para que algunas rocas sufran una descomposicion química, que altera profundamente su cohesion. En general, aun en los macizos completamente homogéneos, se pierde la homogeneidad bajo la influencia alternativa del sol, el viento, la humedad, la nieve, el hielo y el deshielo; cuya accion disminuye y las mas veces destruye toda cohesion en la superficie; y no siendo ya suficiente el simple rozamiento para mantener unidas las moléculas segregadas del material, su misma gravedad hace que se desprendan y rueden hácia abajo, ó qué el viento ó la lluvia las arrebate.

Algunos sondajes ó pozos de prueba, repartidos con prudente discernimiento, darán á conocer la naturaleza del terreno, la inclinacion de las capas ó *estratas*, é indicarán al mismo tiempo la presencia de los depósitos de agua y veneros, que pueden hallarse en el interior, cuyo volúmen y situacion conviene mucho conocer, para preservarse y combatir sus malos efectos. Aconseja Mr. Minard, (1) que las diferentes clases de material que se extraen de los pozos, se dejen algunos meses en montones separados y expuestos á la intemperie, sin lo cual, no puede juzgarse exactamente la persistencia de la cohesion bajo la influencia de los agentes atmosféricos. En efecto, hay materiales que presentan mucha consistencia en el acto de su extraccion, y que la pierden despues totalmente; entre estos figuran el barro puro, la arcilla barrosa, y otros que desgraciadamente se encuentran con frecuencia en las obras de terrasería, ocasionando grandes dificultades y obligando á hacer gastos muy considerables de consolidacion. Cuando alguno de estos materiales barrosos absorbe la cantidad de agua apenas necesaria para humedecerlo, crece su volúmen, pero al mismo tiempo adquiere mayor cohesion y cierta elasticidad. Si aumenta la cantidad de agua, la cohesion y elasticidad disminuyen en pro-

(1) *Cours de navigation des rivières et des canaux.*

porcion, y el material llega á convertirse en una pasta mas ó menos blanda, de aspecto jabonoso y sin consistencia. Si en este estado, el agua absorbida se evapora, entonces la masa se contrae, se le forman grietas, y con la extrema sequedad se convierte en polvo. Como estas propiedades existen en diversos grados, segun la proporcion en que se encuentran los elementos constitutivos del material, es muy difícil apreciarlos con exactitud, y se necesita para esto un análisis químico, ó una larga exposicion á la intemperie.

Son varios los métodos que se usan y que aquí no podemos referir detalladamente, para consolidar los taludes de una cortadura, ya sea con plantaciones cuando á ello se prestan el material y el declive; ya por medio de revestimientos de buena tierra, césped, piedras en seco, ó mampostería; y para sanear por un sistema de cañerías ó acueductos de desagüe y desecacion, los terrenos en que hay agua estancada ó en movimiento (1). Jamas debe darse á los taludes una inclinacion mayor que la que tenga el talud natural de los materiales con

(1) Sobre estos métodos hay abundancia de pormenores en las obras siguientes: *Traité des chemins de fer* de Mr. Perdonnet.——*Notice sur les conditions d'équilibre des massifs de terre, etc.*, par Mr. de Sazily: Annales des ponts et chaussées, 1851.——*The permanent way*, etc., by Zerah Colburn and A. Holey.——Minard. *Navigation des rivières*, etc.——Brees. *Practical Science.*

que están formados, á menos que se les revista convenientemente. Despues de haber asegurado la salida de las aguas interiores, debe procurarse con el mayor empeño; que las que corren sobre la superficie de los taludes, no los deterioren, y encuentren fácil y pronta salida fuera de la cortadura, para que no empapen la superestructura y causen los daños que se han enumerado al tratar de los terraplenes. Para conseguirlo, se hacen en la cortadura dos fosos longitudinales de suficiente amplitud, cuyo fondo en descenso del centro hácia las extremidades, quede lo menos á $0,^{m}50$ mas bajo que la superficie que ha de servir de asiento á la superestructura, y á esta superficie se le da la forma convexa para facilitar la salida con direccion á los fosos, de las aguas que han atravesado el bálast.

Cuando el terreno en que se ha practicado la cortadura está en declive hácia ella, es necesario evitar que las aguas que corren por su superficie se derramen sobre los taludes y los deterioren, lo que se consigue por medio de fosos ó pretiles (caballeros), que segun la calidad del terreno, se colocan á alguna distancia del borde superior de los taludes.

En los ferrocarriles de una sola via, el ancho de las cortaduras en su parte inferior, deberá componerse del ancho de la via, mas $8,^{m}50$ á 9 metros,

en cuya cantidad se incluyen de uno y otro lado de la via, las dimensiones trasversales (*Lám. I, fig.* 1); 1º del acotamiento ó espacio que media entre el carril y el borde superior del talud del bálast ($1,^{m}20$ á $1,^{m}50$); 2º del talud del bálast ($0,^{m}60$ á $0,^{m}75$); 3º de una banqueta que separa el bálast del foso y que sirve para evitar su obstruccion por las materias que puedan desprenderse de la superestructura, sirviendo ademas de depósito provisional para los lodos que se extraen del foso, y para facilitar el tránsito de los cuidadores ó guardas del camino ($0,^{m}50$ á $0,^{m}60$); 4º del foso ($1,^{m}50$ á $1,^{m}75$ en la parte superior); 5º de otra banqueta, que contenga las materias que se desprendan de los taludes, impidiendo que obstruyan el foso.

Cuando el ferrocarril debe tener dos vias, se añade al ancho anterior $1,^{m}80$ ó 2 metros para la distancia que las separa.

Al hablar de los terraplenes, indicamos la conveniencia de variar los medios de trasporte, segun la distancia á que deban verificarse y la cantidad del material. Siendo esta cuestion de igual importancia, cuando se trata de hacer cortaduras, damos en seguida las conclusiones que Mr. Perdonnet dedujo de una serie de experiencias hechas y publicadas por Mr. Brabant; uno de los mas inteligentes conductores de puentes y calzadas que hay en Francia.

1ª Para trasportar á distancias de 60 hasta 160 metros, es mas económico el uso del carreton pequeño, tirado por dos ó tres hombres, que el de la carretilla de mano.

2ª Desde 160 hasta 300 metros, el carreton tirado por caballos es preferible al tirado por hombres: y á esta misma distancia, cuando el volúmen del material excede de 20,000 metros cúbicos, la locomotiva sobre vias definitivas es mas económica.

3ª Desde 300 hasta 700 metros, y para conducir un volúmen mayor que 100,000 metros cúbicos, los wagones tirados por caballos sobre vias provisionales, presentan mayores ventajas que los carretones tirados por caballos.

4ª. La locomotiva sobre vias provisionales, no debe sustituirse á los caballos, sino cuando la distancia excede de 700 metros.

Estas reglas no son tan completamente absolutas, que saliéndose de ellas se cometa siempre algun grave error; varian segun las circunstancias, y mayormente, por los gastos que exige el establecimiento de tal ó cual sistema de trasportes, segun las diversas localidades.

Las dificultades que para hacer alguna cortadura se pulsan, y los dispendios que demanda su conservacion, aumentan considerablemente con su profundidad; de modo que alguna vez será mas

económico atravesar una montaña ó colina por medio de un subterráneo, ó *tunnel*, que practicar la cortadura. La mas profunda de las conocidas está tambien en Baviera, cerca del terraplen de Röthenbach. La cortadura de Harbastofen tiene cerca de 600 metros de largo, 32 de profundidad máximum; y se extrajeron de ella, 860,000 metros cúbicos de tierra. En el ferrocarril de Newtown á Machynlleth en Inglaterra, se acaba de hacer la cortadura de Talerddig, de 40 metros de profundidad máximum, en roca viva.

CAPÍTULO VI.

ACUEDUCTOS, PUENTES, VIADUCTOS.

Cuando un terraplen cruza algun arroyo, ó cuando formando una especie de dique, impide que el agua de las lluvias corra de un lado á otro de la superficie del terreno, es necesario que esté atravesado en ciertos lugares por acueductos, alcantarillas ó puentes pequeños que den paso á las aguas; porque de otra manera, cargándose estas contra el terraplen, lo deteriorarian mas ó menos violentamente y aun podrian destruirlo del todo. El lugar en donde deben colocarse los acueductos ó puentecitos, lo indica la situacion de los arroyos y la configuracion del terreno, en el que siempre es fácil distinguir el curso que toman habitualmente las corrientes de agua temporales. Sus dimensiones dependen de la cantidad de agua que puedan tener que evacuar en un tiempo determinado; y suministrarán los datos principales para calcularlas aproxi-

madamente, la medida de la extension superficial de los terrenos adyacentes cuya pendiente se dirija hácia el terraplen, su inclinacion, su grado de permeabilidad, y el exámen de las observaciones meteorológicas hechas durante una larga serie de años; ó faltando éstas, los informes de los habitantes mas antiguos del lugar, sobre la mayor cantidad de agua que alguna vez hubiere caido; pero siempre convendrá adoptar dimensiones mayores que las que se deduzcan de esos datos, para precaverse en lo posible contra todo evento extraordinario. Vamos á probarlo con un ejemplo: en el terraplen de 1,500 ms. de largo, construido en medio del llano del Espartal, para el ferrocarril de Veracruz á Medellin, habiamos colocado cinco puentecitos, que segun los informes tomados de los vecinos mas antiguos, debian ser mas que suficientes para no interrumpir el paso de las aguas que anualmente filtran de los médanos inmediatos, y casi sin corriente van á depositarse en ese llano en los meses de Junio hasta Noviembre, y luego desaparecen completamente por evaporacion. El terraplen se hizo horizontal en toda su extension, y se le dió la misma altura que la que tenia en el ferrocarril de San Juan, el punto en que el camino de Medellin se unia con aquel, que dista del Espartal unos 400 metros, y está contenido en la

Lit. de Decaen

PUENTE DE TREILLIS DE OFFEMBURGO.

misma hondonada del terreno. En diez años que tenia de existencia el terraplen del ferrocarril de San Juan, el agua en las mayores crecientes, siempre habia quedado lo menos á 75 centímetros mas abajo del punto de union; y como ademas se habian hecho comunicar los fosos de ambos caminos, todo inducia á creer que el terraplen del Espartal quedaba tan libre de toda peligrosa eventualidad, como lo habia estado durante tantos años el del camino de San Juan. No obstante, en los últimos dias del mes de Julio de 1861, unos copiosísimos aguaceros que cayeron casi sin interrupcion durante 78 horas, en una zona de mas de 100 leguas de largo y 30 de ancho, hicieron salir de su cauce todos los rios que desembocan en la costa del Estado de Veracruz; y entre ellos el Jamapa, que corre á dos leguas de distancia del Espartal; y cuyas aguas llegaron hasta la hondonada, lanzándose en ella con impetuosidad nunca vista, y cubrieron los terraplenes del ferrocarril de San Juan y de Medellin. El primero, gracias á su antigüedad, nada sufrió; pero el segundo, que acabada de levantarse y se hallaba todavía sin revestimiento, cedió á la fuerza del torrente que le abrió dos anchas brechas, y el tráfico estuvo paralizado mas de dos meses. No debiamos desaprovechar la leccion, y en lugar de cerrar de nuevo el terraplen, dejamos

las brechas como las habia formado la naturaleza, é hicimòs pasar la via sobre puentes de estacas, por donde creemos podrán desahogarse, sin causar daño, todas las inundaciones por venir. Casos semejantes y mucho mas funestos han tenido lugar en otros paises; pero citando el único desgraciado, aunque bien difícil de prever, que hemos experimentado en nuestra práctica, queremos dar á conocer cuánto cuidado exigen los detalles de un ferrocarril, aun los que á primera vista pueden juzgarse insignificantes, y lo que aventura cualquiera que limita sus previsiones á lo que ve ú oye decir, tratándose de obras que han de quedar expuestas á la accion violenta, caprichosa é inconmensurable de los elementos.

La altura á veces considerable de los terraplenes, la sobrecarga producida por el enorme peso de los trenes, cuya accion extraordinariamente aumentada por efecto de la velocidad, se hace sentir ó se suspende instantáneamente; lo difícil que es hacer las reparaciones en una via ya en explotacion, y la consideracion de los graves trastornos y pérdidas que ellas ocasionan, cuando para hacerlas es necesario suspender el tráfico por algun tiempo, obligan á construir los puentes de los ferrocarriles con mas solidez que los de los caminos ordinarios.

La piedra dura labrada, el ladrillo recocido y el

buen cimento hidráulico, son los mejores materiales que pueden emplearse para los acueductos ó alcantarillas; el fierro tambien es bueno. Pero no en todas partes se encuentran esos artículos á precios cómodos, y hay necesidad de hacer uso de otros, escogiendo los de mayor resistencia y duracion. Aun á la madera de mala clase se puede recurrir, con tal que resista hasta que llegando la via férrea á puntos mejor provistos, sea fácil reemplazarla; pero entonces, debe darse á las obras la abertura conveniente, para que en su interior puedan despues construirse las que las han de reemplazar. En los ferrocarriles de Veracruz á San Juan y á Medellin, por la carestía de la cal, de la piedra y de la mano de obra, se adoptaron para hacer los acueductos el *chicozapote* y el *jabí*; dos maderas de gran resistencia que permanecen muchísimos años sin alterarse, con tal que estén constantemente en la humedad y fuera del contacto del aire.

No podemos entrar aquí en la discusion de las diferentes formas ó trazos que, segun su tamaño y las circunstancias, puede darse á los acueductos ó puentes de desagüe, para lograr que siempre vaya unida con la solidez, la economía; ni tampoco podemos describir los varios métodos que convendria usar, segun la calidad del terreno, para procurar que estas obras descansen sobre una base perfec-

tamente firme, sin cuyo requisito no podria confiarse en su duracion. Para tratar esta parte interesante del arte del constructor, tendriamos que entrar en detalles técnicos que no cabrian en el plan que nos hemos propuesto: escribir para los que no han de ejercer nuestra profesion. Nos limitaremos, pues, á indicar que toda vez que la altura del terraplen y las exigencias del desagüe lo permiten, los acueductos y puentecitos de mampostería deben hacerse de bóveda; los muy pequeños, sin embargo, suelen construirse como las atarjeas de México, asentando simplemente tapas de piedra dura sobre los dos muros verticales de los costados. El fondo debe quedar bastante bajo, para dejar muy franco el paso de la corriente y evitar toda resaca. Cuando se emplea madera en los cimientos, debe procurarse que siempre quede cubierta con agua, ó á lo menos fuera del contacto inmediato del aire atmosférico. Debe preferirse hacer de mampostería los fondos que tengan que permanecer unas veces en seco, y otras en el agua; pues bajo tales condiciones, la madera no podria durar.

El revestimiento del fondo, debe prolongarse lo bastante fuera de la bóveda, y quedar protegido por delante con estacas, tablones ó piedra, para impedir que el agua se introduzca por debajo, y mine los cimientos. Los muros del frente y los de las

alas, ó de retorno, que completan la construccion de estas obras, tienen no solo por objeto despejar el acceso á los cañones de desagüe, sino igualmente el de evitar què en las inundaciones, colándose el agua entre el terraplen y la mampostería, acarrée la muy pronta destruccion de la obra. Es necesario escoger la tierra con que se cubren los puentes de desagüe, y pisonearla fuertemente para hacerla, si es posible, impermeable.

Recordaremos, por último, que se debe dejar que las obras de mampostería hayan hecho su asiento, para cubrirlas con el terraplen, ejecutando la operacion por partes, y por ambos lados á la vez.

Obras de mayores dimensiones llamadas puentes y viaductos, se necesitan, para que un ferrocarril pueda cruzar un rio, una barranca profunda, un canal ú otro camino situado á un nivel mas bajo ó mas alto que el suyo. La madera, la piedra, el ladrillo, el fierro colado, ó el fierro forjado, son los materiales que se han empleado en estas obras; pero sin obtener, por supuesto, con todos éllos, las mismas ventajas de economía y duracion.

La madera, lo sabemos, dura poco, aun en las casas y otros edificios en que no está sometida á cargas fuertes, y se halla al abrigo de la intemperie. Mucho menos puede durar, y la experiencia

lo ha demostrado terminantemente, en los puentes de ferrocarril, en donde ademas de las alternativas del sol y de la lluvia, tiene que sufrir continuas vibraciones que aflojan todas las ensambladuras, y desagregan sus fibras. La pintura y los barnices podrán retardar la pudricion y la picadura; pero tambien pueden ocultar la deterioracion interior de las piezas, y exponer á que se siga usando como sólido, un puente que ya no presente realmente ninguna seguridad. La madera está igualmente sujeta á incendiarse, como sucedió con el puente de Asnières cerca de Paris, que despues fué reemplazado con otro hermoso de hierro. Estos puentes han tenido, sin embargo, mucha aceptacion en Europa; y hasta hace poco, casi no los habia de otro material en los Estados-Unidos del Norte; allí la madera era abundante y barata; y la multitud de ferrocarriles que se construyeron al mismo tiempo por compañías que á menudo no contaban con ningun capital, debia necesariamente influir en la calidad de las obras, y darles ese carácter provisional que se nota en la mayor parte de las líneas americanas. (1) Tambien debe esto atribuirse á que en un cortísimo número de años, el inmenso territorio de la Union, no so-

(1) En la Lámina II, figura 4, puede verse un puente de madera del sistema mas usado en los Estados-Unidos.

lo quedó cruzado en toda su extension, por ferrocarriles que á veces recorrian distancias de centenares de millas completamente despobladas, sino que por todas partes se construyeron al mismo tiempo canales, caminos carreteros, puertos, edificios suntuosos, y otras obras públicas y privadas de grande importancia, que hicieron subir mucho el precio de la mano de obra y de los buenos materiales de construccion.

Tanto en Europa como en América, el uso de la madera va desapareciendo de los puentes algo considerables, y se reserva para los de poca importancia, ó para los viaductos muy elevados de los ferrocarriles de segundo órden; por la facilidad con que pueden combinarse sus piezas para salvar grandes claros, y la comodidad para las maniobras á grande altura, á que se presta mejor que ningun otro material. Empleada en esas circunstancias, la madera queda fuera de la capa de humedad que cubre siempre la superficie de los rios, y que tanto influye en su pudricion.

Con la piedra de sillería ó ladrillo y buena mezcla, se construyen las obras mas elegantes, resistentes y duraderas; como las que se admiran en casi todos los ferrocarriles de Europa. Estos materiales son en algunas partes los mas económicos; y empleándolos segun los métodos perfecciona-

dos de nuestros dias, las construcciones pueden erigirse en tan breve tiempo como cuando se hace uso del fierro; sin embargo, la piedra de mejor clase no se presta fácilmente á la construccion de puentes de mas de 50 metros de abertura.

El uso del *fierro colado* era antes bastante frecuente en los ferrocarriles; principalmente en Inglaterra, en donde Robert Stephenson construyó con ese metal, el gran puente de Newcastle, de 408 metros de largo. Pero en el dia, ya no se emplea sino para pequeñas aberturas; y aun entonces, requiere el mas escrupuloso cuidado; porque está sujeto á sacar muchos defectos en su fabricacion, algunos de ellos, como los vientos ó rebolliduras, enteramente invisibles y tanto mas peligrosos. El metal vaciado en los moldes, se contrae al enfriarse y varía por consiguiente de dimensiones. Si el enfriamiento no es lento y uniforme, si en unas partes se opera bruscamente, y en otras se retarda, como acontece en las piezas que tienen molduras, huecos, ó variedad de espesores; el hierro colado adquiere en todas esas partes, distinta dureza y diferentes temples que afectan diversamente su resistencia. La forma misma de las piezas, está pues limitada por las dificultades de la fundicion; y para obtener la resistencia conveniente, es muy á menudo necesario, gastar un exceso de

metal. Tampoco puede darse á las piezas cualquiera longitud, sin exponerse á gravísimos accidentes. Mr. William Fairbairn, despues de haber hecho varias experiencias sobre fierros ingleses de superior calidad; opina, que no deben usarse piezas de fierro colado de mas de 14 metros de largo; y muy acreditados ingenieros, encontrando todavía demasiado grande esa longitud, aconsejan no pasar de 12 metros. Cuando se requieren piezas mas largas, es necesario hacerlas en varios trozos, y pasar por el grave inconveniente de las ensambladuras.

Segun Mr. Eaton Hodgkinson, muy conocido en el mundo industrial por sus experiencias sobre los fierros; una pieza de fierro colado resiste á una fuerza de compresion, seis veces mayor que la que se necesitaria para romperla estirándola; esto explica por qué ya generalmente no se le emplea, sino en donde solo tiene que soportar esfuerzos de compresion. Sin embargo, su uso puede ser ventajoso en algunas circunstancias, aun sometido al estiramiento; así por ejemplo, Mr. Eugène Flachat, hábil ingeniero frances, lo empleó con muy buen éxito en los puentes que para soportar las calzadas, tuvo que hacer sobre el ferrocarril de Paris á Auteuil debajo de algunas calles de Paris. Estos puentes tienen entre los estribos 7 me-

tros de ancho; se componen de *trabes* ó vigas de hierro colado, de 8.^{m} 50 de largo y de 0.^{m}60 á 0.^{m}80 de peralte, situadas á 2.^{m}20 de distancia una de otra, y reunidas trasversalmente por otras piezas que dividen en tres partes iguales la distancia de 7 metros, y reciben unas bóvedas formadas de dos anillos de ladrillos. Estos puentes son muy rígidos y vibran casi nada, por causa de la masa de mampostería que liga las trabes y el peso considerable del puente relativamente á la carga que soporta.

Mr. Couche, el eminente profesor de la escuela de minas de Paris; hablando de los puentes de hierro colado, dice: (1) "No se puede pensar hoy en "rehabilitar completamente las trabes (poutres) "de hierro colado; pero si se les ha bien y debi- "damente condenado para los grandes claros, se "les puede sin embargo, emplear ventajosamente "y con toda seguridad, en pequeña escala. Tra- "tándose de pequeñas secciones trasversales, se "puede contar con la proporcionalidad de las re- "sistencias á las áreas de esas secciones, y evitar "fácilmente las rebolliduras y otros defectos de "fundicion.

"Respecto de los arcos, el hierro colado puede "perfectamente sostener la comparacion con la pie-

(1) Annales des ponts et chaussées. 1854. *Chemins de fer allemands.*

"dra, dentro de los límites ordinarios de abertura y "rebajamiento; y lejos de disminuirse, sus ventajas "crecen cuando estos límites se dilatan; de suerte "que puede muy bien emplearse, cuando el uso de "la piedra llega á ser impracticable; debido á que si "por un lado, el peso del hierro colado es mas ele- "vado que el de las piedras mas densas, por otro, "su resistencia es en mucha mayor proporcion su- "perior á la de las piedras mas tenaces. No es, "pues, solamente bajo la forma de trabes ó vigas, "que la introduccion de los metales ha dilatado "los límites de abertura dentro de los cuales te- "nian antes que encerrarse los ingenieros; y si "en otro tiempo pudo disentirse sobre el partido "que podia sacarse del hierro colado para arcos "de grandes claros, la duda no es ya permitida, "en presencia del puente de Beaucaire." (1)

Tratando de utilizar las propiedades diferentes del hierro colado, y del hierro forjado, se ha hecho uso de ellos en la construccion de una misma trabe, poniéndolos en disposicion de que trabajen constantemente, el uno bajo fuerzas de compresion, y el otro bajo fuerzas de estiramiento; pero la ejecucion de esta clase de trabes presenta dificultades no pequeñas para las ensambladuras. Siendo ade-

(1) Este puente tiene 60 metros de claro, 5 metros de montea y 92.^{m}50 de radio de intrados.

mas distinta la elasticidad de los dos metales, las flechas de curvatura que se producen cuando la trabe queda sometida al peso que tiene que soportar, no pueden ser iguales; y muchas ensambladuras tienen que resistir, á esfuerzos á veces demasiado considerables que tienden á destruirlas. Auméntase en fin este inconveniente, con la desigual dilatacion, bajo la influencia de la temperatura. Creemos, sin embargo, que á pesar de tantos inconvenientes, los puentes de esta clase, cuya fabricacion va perfeccionándose de dia en dia, llegarán á ser los mas usados. (1) Los que hemos visto en los Estados-Unidos en el Baltimore-and-Ohio-Railroad, y los del Central-Illinois, del sistema que llaman *Whipple-iron-bridge*, reunen á la resistencia mas apetecible, gran sencillez y baratura. Tal era la opinion de mi amigo el ilustre general G. B. Mac-Clellan, que entonces se encontraba de ingeniero en gefe en el Ohio and Mississipi railroad; y no hace mucho, era el general en gefe del ejército de los Estados-Unidos de América.

La necesidad de encerrar entre ciertos límites, la inclinacion longitudinal de un ferrocarril, y los radios de las curvas, que podrian hacer muy penosa

(1) En la Lám. III, fig. 7, puede verse el puente echado sobre el Harper en los Estados-Unidos, el cual está construido con las dos clases de fierro.

y antieconómica la explotacion; las dificultades que se encuentran en muchos terrenos para cimentar obras de considerable peso y elevacion; y la grande amplitud que hacen necesaria en los claros de un puente ó viaducto, las exigencias de una activa navegacion; eran antes de 1850, embarazos que solo podian superarse á fuerza de inmenso trabajo y de cuantiosas sumas de dinero; y que frecuentemente obligaban á variar el trazo del ferrocarril, ó impedian su ejecucion. Pero desde aquella época memorable, todos los obstáculos, puede decirse, que han desaparecido, gracias á la ingeniosa y admirable aplicacion que hizo del hierro laminado, el célebre ingeniero inglés Robert Stephenson, á quien los ferrocarriles debian ya sus principales adelantos, y cuyo nombre ningun ingeniero puede recordar sin experimentar un vivo sentimiento de gratitud y veneracion. Los mismos lugares de la costa occidental de Inglaterra, frente á la isla de Anglessey en que Telford se habia inmortalizado en 1822, construyendo dos hermosos puentes colgantes; debian hacer brillar el talento y establecer la fama imperecedera del inventor de los puentes *tubulares*, una de las maravillas de este siglo, tan fecundo en grandiosas construcciones.

Tratábase en 1847 de hacer atravesar al ferro-

carril de Chester á Holyhead, la embocadura del Conway y el estrecho de Menai: éste último, de 1,100 piés ingleses de ancho, es muy frecuentado por buques de gran porte, á cuya navegacion no debia crearse ningun obstáculo; en consecuencia, el almirantazgo inglés exigia que el canal quedase libre en toda su anchura, que ninguna de las piezas del puente se situase á menos de 100 piés de altura sobre las mas altas mareas, y que dentro de esa altura, no se levantasen para la construccion, ni cimbras ni andamios de ninguna clase. Unicamente se permitia la ereccion de un pilar sobre la roca Britannia, que viene á quedar casi en el centro del canal, y que ha dado su nombre á la obra gigantesca que vamos á describir brevemente (1).

Las duras condiciones á que era preciso sujetarse, no arredraron ni un momento á Robert Stephenson. Su genio le sugirió un pensamiento atrevido; no pudiendo salvar la distancia por medio de arcos, sin erogar sumas incalculables, propúsose hacerlo por medio de una enorme viga hueca, ó tubo cuadrado de hierro, que debia descansar sim-

(1) Bajo la direccion de Robert Stephenson, Mr. Edwin Clark, ha publicado en Lóndres una interesantísima monografía sobre el puente "Britannia," de la que hemos tomado nuestros apuntes. Allí se encuentran cuantos detalles puedan desearse sobre esta empresa gigantesca. *A description of the Britannia and Conway tubular bridges, including an historical account, etc., etc.*

Lám. II.

Fig. 5.
Puente Britannia.

Fig. 6.
Corte trasversal del Puente Britannia

Fig. 4.
Puente de madera Americano.

Lit. de Decaen.

plemente sobre tres pilares y dos estribos; del mismo modo que en los edificios comunes, descansan sobre sus apoyos las vigas ordinarias de madera. Por dentro de esta viga ó tubo habian de pasar los trenes del ferrocarril.

El tubo debia dividirse para su construccion, en cuatro tubos parciales correspondientes á los claros del puente; los que despues habian de quedar unidos de manera á formar una sola pieza de 1,500 piés ingleses de largo (*Lám. II, fig.* 5 *y* 6).

Los dos tubos de las extremidades debian ser de 250 piés de largo, 25 piés de altura media y 14 piés 8 pulgadas de ancho exteriormente; y como no quedaban sobre el canal, podian construirse sobre andamios en el mismo lugar en que debian quedar colocados. Los tubos del centro debian tener cada uno 472 piés de largo, 29 piés de altura media, y 14 piés 8 pulgadas de ancho exteriormente. Su peso debia ser de 1,600 toneladas; y como no podia erigirse ningun andamio sobre el canal, Robert Stephenson resolvió construirlos en la costa, y una vez terminados, trasportarlos y alzarlos de una sola pieza, hasta dejarlos asentados sobre sus pilares á una altura de 102 piés.

Los que conocen la ciudad de México, pueden representarse con alguna aproximacion, la magnitud de cada tubo central figurándose su largo, do-

ble del del portal de Mercaderes; su altura, de tres varas mayor, y su ancho, mas reducido de poco menos de una vara que el de dicho portal. Su peso, con el de las piezas que debian añadírsele para efectuar la suspension, podria equivaler al de 100 estatuas como la ecuestre de Cárlos IV, ó al de 25,000 infantes mexicanos con armas y mochilas. Esa estupenda mole, tenia que alzarse á mayor altura que las campanas de la Catedral.

Una vez hecha la union de los tubos parciales, la inmensa viga debia soportar por sí misma sin romperse, no solo su propio peso, cosa que parecia imposible; sino tambien el de los trenes del ferrocarril, es decir: 250 á 300 toneladas mas, corriendo con una velocidad de 40 millas por hora!

El público sorprendido, como era natural, acogió con incredulidad tan atrevido proyecto; pero la compañía del ferrocarril tuvo confianza en su ingeniero y le entregó cuantos recursos podia necesitar. ¡Glorioso ascendiente del ingenio! ¡Dulce recompensa de la probidad!

Mil y quinientos operarios pusieron inmediatamente manos á la obra, bajo la direccion de Mr. Edwin Clark, ayudante de Robert Stephenson; al mismo trabajo contribuia la potencia de seis máquinas de vapor que hacian mover muchas otras expresamente inventadas con el objeto de hacer

mas económicas en grande escala, las operaciones de enderezar, cortar, agujerar, doblar y remachar las láminas de fierro, y los clavos redondos ó remaches que se emplearon en la construccion de los tubos. Mientras estos se fabricaban, se levantaban tambien los estribos y los grandes pilares de mampostería, verdaderas torres de Catedral. El del centro, levantado sobre la roca Britannia, mide en los costados de su base 62 por 53 piés y arriba 55 por 45 piés; y su altura total desde los cimientos, es de 230 piés (mas alto que las torres de la Catedral de México). En la construccion de este pilar se emplearon 293,250 piés cúbicos de piedra, que pesan sobre 20,000 toneladas, y 300 toneladas de fierro. Los pilares de la parte de tierra tienen 190 piés de altura sobre las mareas mas altas. Seis buques de vapor estaban constantemente ocupados en el trasporte de los materiales.

Los tubos centrales se construian en la costa de Carnarvon, sobre grandes plataformas de madera. El piso y el techo se formaban, como puede verse en la Lám. II, fig. 6, con dos hileras de planchas de fierro horizontales, separadas por otras verticales que se unian con ellas por medio de conteras remachadas en los ángulos; de manera á formar en el techo, ocho tubos cuadrados de un pié y 9 pulgadas de lado, que se prolongaban en toda la lon-

gitud del gran tubo; y en el piso, seis compartimientos de 2 piés 4 pulgadas de ancho, por un pié 9 pulgadas de alto, que tambien se extendian en toda la longitud. El piso y el techo adquirian así una gran rigidez.

Los costados ó paredes del tubo se construian con láminas de fierro verticales, unidas firmemente unas con otras por medio de dobles conteras en forma de T, que por fuera y por dentro, cubrian las juntas y se remachaban, atravesando cada remache, las dos dobles conteras y la lámina interpuesta. Las mismas dobles conteras interiores, prolongadas fuera de las paredes y dobladas á escuadra, se remachaban con las piezas del piso y del techo, y unian estos con los costados; y para hacer todavía mas firme la union, así como para prevenir cualquier movimiento de torsion en los ángulos del tubo, se remacharon contra las T en los ángulos, unas piezas en forma de triángulo rectángulo (*gusset pieces*), que impedian toda separacion. Todas las juntas de las láminas se tapaban remachándoles una pieza encima, tanto para reforzar la junta, como para preservar el metal de la accion oxidante de la atmósfera. Se hacia lo posible para que dichas juntas no se encontraran en la misma línea; y en fin, se tomaron cuantas precauciones podian creerse necesarias, para hacer del todo,

un conjunto perfectamente rígido y sólido. Las láminas que se emplearon, variaban en largo desde 6 hasta 12 piés, en ancho desde 1 pié 9 pulgadas hasta 2 piés 4 pulgadas; y en grueso, desde $\frac{2}{4}$ hasta $\frac{3}{4}$ de pulgada. Los clavos ó remaches, de los cuales se emplearon mas de 2,000,000 en el puente, tenian poco mas de una pulgada de diámetro, y se ponian á 4 pulgadas de distancia uno de otro en el techo y piso, y á 3 pulgadas en los costados. Cada tubo contiene sobre 10 millas de conteras y dobles conteras.

Una vez concluido un tubo, se hacia flotar sobre ocho lanchas ó pontones, aprovechando la subida de la marea. Se le conducia y situaba debajo del lugar en que debia quedar colocado definitivamente; y por medio de potentes prensas hidráulicas, se le alzaba sobre sus pilares. Una sola de las grandes prensas hidráulicas empleadas en esta operacion, hubiera podido sostener por sí sola, el peso del tubo, 1,600 toneladas. Como eran dos las vias que debian atravesar el canal, se construyeron dos grandes trabes exactamente iguales, pero independientes; de esta manera en el puente completo se emplearon 10,400 toneladas de fierro, y quedó concluido en menos de cuatro años.

La experiencia ha confirmado plenamente cuanto Robert Stephenson habia previsto, y su mag-

nífica obra, que en materia de aplicacion del fierro laminado á las construcciones fué el primer ensayo notable y verdaderamente sorprendente; ha servido de fecundísima enseñanza para la industria de los ferrocarriles, y ha contribuido á acelerar sus progresos.

Muy pronto, en efecto, se hizo general el uso de los puentes tubulares; mas como despues de realizado el proyecto, se creyese que en el "*Britannia*" se habia empleado un exceso de fierro sin una absoluta necesidad, y contrariamente á la economía; varios otros sistemas se inventaron con el objeto de reducir la cantidad de metal, y el precio de su manufactura; pero conservando siempre el mismo principio mecánico de los puentes tubulares, cuya verdadera resistencia reside en la parte superior y en la inferior, ó techo y piso de las trabes; sometido el primero á una compresion y el segundo á un estiramiento. El mismo R. Stephenson juzgándola sin duda innecesaria para la solidez, suprimió en los puentes de Brotherton y Montreal, la parte celular del techo y del piso que habia usado en el "Britannia;" y se contentó con darles un poco mas de espesor, y una ligera combadura hácia arriba. Pero en lo que mas se distinguen entre sí los diversos sistemas que ha hecho nacer la iniciativa de R. Stephenson, es en la ma-

Lit. de Decaen.

Tomada de la obra de Perdonnet.

nera de establecer la union entre las partes resistentes de las trabes, para darles la estabilidad y resistencia necesarias del modo mas económico.

En el sistema propiamente tubular, la union del piso y del techo se efectúa, puede decirse, por medio de una sola pieza de fierro laminado que forma el costado del tubo.

En el de *treillis* ó de enrejado (á que pertenecen el puente de Offenbourg sobre el Kinzig en Alemania *(Lám. IV)*, y el magnífico de Dirschau sobre el Vístula, de seis claros de 121 metros cada uno), la parte superior de las trabes se une con la inferior, por medio de piezas de fierro largas y delgadas que se cruzan diagonalmente, y forman una especie de enrejado.

En el de Warren, ó triangular, las piezas de union forman triángulos con la parte superior y la inferior. A este sistema pertenecen el puente de Newark Dyke sobre el Trent en Inglaterra *(Lámina III, fig. 8)*, construido por J. Cubitt, y el viaducto de Moorabool en Australia, de 1,450 piés de largo, por Mr. Darbyshire.

En el de *Bow-strings*, cuya primitiva idea pertenece al célebre Brunel, la parte superior y la inferior, vienen á ser como un arco y su cuerda, unidos por piezas intermedias, ademas de estarlo en sus extremidades. No siempre se ha mantenido la cuer-

da en línea recta, como en el puente de Windsor; sino que á veces se le ha dado una curvatura en sentido inverso á la del arco superior, como en el puente de Saltash *(Lám. III, fig. 9)*, y en el de frente á Maguncia, sobre el Rhin, de 3,375 piés de largo.

Respecto á los sistemas de *treillis* y de Warren; R. Stephenson, en una carta dirigida á la compañía del Grand Trunk-railway, en el Canadá, ha probado que cualquiera de esos dos sistemas aplicado al caso particular del puente de Montreal, sobre el San Lorenzo, hubiera sido mucho mas costoso que el tubular, sin proporcionar una obra mas sólida; pero no pone en duda, que puede haber casos, aunque raros, en que aquellos saquen alguna ventaja en el costo; nunca en la solidez.

El sistema de Bow-strings, tratándose de puentes de un solo claro, parece tener un costo ventajoso; pero son algo desfavorables sus condiciones de estabilidad, y está sujeto á fuertes vibraciones cuando soporta una carga que muda de lugar, como acontece con los trenes de ferrocarril. Para disminuir este último inconveniente, Brunel recargaba sus puentes con bálast.

La duracion de los puentes de hierro laminado ó forjado, depende mucho de la calidad de la pintura con que se les cubre. La de minium, que es

la que mas se ha empleado hasta ahora, no excluye la oxidacion. En todos casos, es necesario que al dar la pintura, la superficie del metal esté perfectamente limpia de todo moho, para que aquella pueda adherirse; de lo contrario, se revienta y desprende con las vibraciones.

Prescindiendo de la forma de las trabes, la construccion de los puentes metálicos presenta otras diferencias. En unos, la plataforma en que descansa la via, está situada abajo; en otros, á una altura intermedia, y en otros encima de las trabes.

Cuando se ha tratado de hacer pasar dos vias, algunos ingenieros, siguiendo el ejemplo del puente "Britannia," han hecho un puente independiente para cada via, y otros uno solo para las dos vias. Cuando el puente ha necesitado varios claros, las trabes se han hecho unas veces continuas, ó formando todas una sola pieza, y otras, separadas. No pudiendo tratar aquí estas cuestiones, que exigen consideraciones teóricas, recomendamos al lector curioso la memoria publicada por Mr. Couche sobre los ferrocarriles alemanes en los *Annales des Mines* de 1854, y la obra sobre los puentes metálicos de Molinos y Pronnier, publicada en Paris en 1857.

El puente metálico de mayores dimensiones construido hasta ahora, es el de Montreal en el

Canadá, sobre el San Lorenzo, para una sola via, llamado, "Victoria-Bridge." Su largo total, comprendiendo la parte de mampostería, es de 9,144 piés ingleses. El largo de los tubos de 6,592 piés, y su peso 9,044 toneladas. Descansa sobre 24 pilares de mampostería de piedra de granito; el claro del centro tiene 330 piés, y los otros de 242 á 247. Miden las obras de mampostería, 2,713,095 piés cúbicos; en andamios, cajones, etc. se emplearon 2,280,000 piés cúbicos de madera. Empezado el 20 de Julio de 1854 este puente, se concluyó el 17 de Diciembre de 1859; habiendo trabajado bajo la direccion de Mr. Ross 3,040 hombres, 144 caballos, 4 locomotivas, 6 buques de vapor de 450 caballos de fuerza, y 75 barcas. Costó mas de siete millones de pesos.

Hay, por último, otra clase de puentes; pero cuyo uso en los ferrocarriles ha encontrado grande oposicion: *los puentes colgantes.* Estos, como se sabe, se componen en general de dos ó mas cadenas ó cables de alambre de fierro, á los cuales está suspendido el piso del puente. Las ondulaciones que uno siente al pasar sobre uno de estos puentes, y los accidentes frecuentes á que han dado lugar, justifican bastante la repulsion que hay para adoptarlos en los ferrocarriles; sin embargo, mediante un buen sistema de amarras, se les puede

dar la rigidez necesaria, siquiera para el tráfico de trenes de mediano peso y velocidad; y hay casos en que segun la opinion del mismo R. Stephenson, cualquiera otro sistema de los inventados hasta ahora, seria impracticable. El puente colgante sobre el Niágara, construido por Mr. Roebling, á media milla de la gran catarata, salva en un solo tramo un precipicio espantoso de 820 piés de ancho y 240 de profundidad. Es una obra imponente que debe haber llenado de orgullo á su autor; todas las precauciones están tomadas para disminuir las ondulaciones, que el tránsito de los trenes y los vientos puedan producir. Parados nosotros sobre el puente en los momentos en que pasaba un tren de mas de 100 toneladas, apenas sentimos una flexion casi imperceptible y poco duradera.



CAPÍTULO VII.

BÁLAST.

Cuando por medio de terraplenes, cortaduras, puentes, viaductos ó subterráneos, se han hecho desaparecer las desigualdades del terreno, y que se tiene una superficie continua y uniforme en toda la extension de la línea, se procede á colocar la *superestructura.* Compónese ésta esencialmente de los *durmientes ó atravesaños* y de los *carriles* á aquellos firmemente ligados, por medio de silletas, de grapas ó de tornillos.

Mas si la *superestructura* descansara directamente sobre las obras de *substruccion,* no tardaria en desnivelarse y torcerse con el tránsito de los trenes, que no encontrarian en todas esas obras la misma resistencia. En los terraplenes, por ejemplo, podria ser tan débil la resistencia, que los durmientes se hundiesen irregularmente al primer

paso de una locomotiva; mientras que en los puentes de mampostería, sobre la roca, ó en el fondo de algunas cortaduras, siendo excesiva la rigidez, el mas leve tropiezo, un ligero desórden en la marcha, podria ocasionar violentos choques muy perjudiciales á la via, y sobre todo al material de explotacion. Las deterioraciones originadas por el tránsito, tomarian cada dia mayor incremento bajo la influencia simultánea de las lluvias, y de otros agentes meteorológicos de destruccion; y pronto la explotacion llegaria á ser demasiado penosa, antieconómica é insegura.

La locomotiva, cuya potencia hace mover los trenes, es una máquina compuesta de multitud de piezas rígidas que trabajan de diverso modo, y en distinto sentido. Su peso y el de los trenes que remolca, son muy considerables y grandísima la velocidad de la marcha; de suerte que para que ésta pudiera verificarse con entera regularidad, y sin choque de ninguna clase, se necesitaria que la via fuese perfectamente firme, lisa y continua; y ademas, no solo que las piezas de la locomotiva y las de los otros vehículos del tren trabajasen con invariable precision, sino que esos vehículos conservasen unos respecto de otros y respecto de la locomotiva, la misma velocidad relativa, durante todo el tiempo de la marcha. Prácticamente hablando,

es imposible realizar cualquiera de las anteriores condiciones, y por tanto debe procurarse que la via tenga la firmeza necesaria, para soportar sin flexion el peso de los trenes, y al mismo tiempo la elasticidad suficiente para amortiguar los choques, que nunca podrán evitarse del todo, atenuando sus malos efectos. Por esta razon hubo que reemplazar los carriles de hierro colado, que se usaron al principio, por los de fierro dulce, material menos rígido y quebradizo; y conforme han ido aumentando con las exigencias del tráfico, el peso y velocidad de los trenes, se ha hecho mas sensible la conveniencia, ó mejor dicho, la necesidad de colocar debajo de la superestructura, una capa de material firme y elástico que corrigiera las desigualdades de resistencia que presentan las obras de substruccion, y neutralizará hasta cierto punto, respecto de ellas, la accion destructora del tráfico. Esa capa de material interpuesto, que se encuentra en todos los ferrocarriles bien construidos, se llama en inglés: *the ballast*, nosotros adoptaremos la misma palabra escribiéndola con poca diferencia como se pronuncia: *bálast.*

El bálast no solo sirve para distribuir uniformemente el peso de la superestructura y de los trenes, sobre la superficie superior de las obras de substruccion, comunicando á la via cierta elastici-

dad intermedia entre la rigidez de la roca y la blandura de la tierra ordinaria; sino que facilita al mismo tiempo, el pronto escurrimiento de las aguas llovedizas, evitando de ese modo que la humedad se mantenga y perjudique á la superestructura; y conserva la via en una posicion invariable, necesaria para que el movimiento de los vehículos, sea suave y sin sacudimientos desagradables.

Pueden emplearse como bálast, la piedra dura silícea en pedazos como del tamaño de una nuez, el casquijo ó grava de los rios, la arcilla quemada, la arena gruesa, las conchas marinas, los pedazos de ladrillo, *tezontle*, carbon de piedra, escorias de fundicion, ó cualquiera otro material con el cual se pueda formar un macizo firme, elástico y permeable, y que conserve largo tiempo esas propiedades. Deben pues, evitarse los materiales que están sujetos á comprimirse demasiado con el tráfico, y los que se convierten fácilmente en polvo; porque levantándose éste al pasar los trenes, se introduce en las partes frotantes de la maquinaria, aumenta su rozamiento, y acelera su destruccion.

El bálast que se pone debajo de los durmientes, sirve para *calzarlos* y nivelarlos; el que queda á los lados les impide cualquier movimiento en sentido horizontal, y el que se les echa encima los protege

hasta cierto punto, contra los cambios bruscos de la temperatura que tanto influyen en la conservacion de la madera.

Para poner el bálast, los ingleses principian extendiendo una capa de 35 centímetros de espesor, sobre la cual asientan la via provisional que sirve para la construccion de las obras de terrasería; despues, establecen la via permanente y echan alrededor y encima de los durmientes, otra capa de 35 centímetros.

El bálast debe quedar puesto antes de que empiece la explotacion de la via; despues, la operacion es muy molesta y ni puede quedar bien hecha, porque es difícil sacar de debajo de los durmientes la tierra de mala clase, sin modificar la nivelacion de la via; lo cual puede ser perjudicial, particularmente en las estaciones y tunnels, que tienen claros cuya altura no puede variarse.

Hay circunstancias en que es indispensable que la capa de bálast tenga un grande espesor, como verbi gracia, en los terrenos pantanosos que no admiten un terraplen muy pesado, y otras en que puede reducirse ese espesor. De todas maneras la experiencia ha probado terminantemente, que su uso es siempre útil y conveniente, y que los ferrocarriles mejor *balastados* son los que soportan el tráfico mas rápido y abundante con menos gastos

de conservacion. Cuando no hay bálast, es necesario emplear locomotivas poco pesadas y disminuir la velocidad; y ni aun así se logra establecer una explotacion económica. En Francia, el espesor de bálast se hace variar, entre 50 y 70 centímetros.

CAPÍTULO VIII.

DURMIENTES.

Los *durmientes ó atravesaños* son unas piezas de madera ó fierro que se colocan debajo de los carriles, para repartir sobre una extensa superficie el peso de los carriles y de los trenes, conservando á la via su ancho y su direccion. Al principio, se creyó que esto se conseguiria soportando los carriles de trecho en trecho con unos dados de piedra de base plana, material que por ser muy resistente, prometia larga duracion; pero este sistema se encontró ineficaz, desde el momento en que el peso y la velocidad aumentaron en el tráfico. Los dados de piedra aislados sobre un terraplen, no podian trasmitir á una superficie, bastante grande para resistirlos, los violentos esfuerzos que recibian al pasar los trenes; se hundian desordenadamente, y era muy difícil componer la via una vez descompuesta. En las cortaduras sucedia, que des-

cansando los dados sobre un fondo generalmente firme y resistente, comunicaban á la via una rigidez tal, que las mas leves imperfecciones producian fuertes choques que hacian insoportable el movimiento, y deterioraban prontamente las máquinas, los wagones y aun la misma via. El sistema de dados de piedra aislados, ya no se usa sino en algunas estaciones terminales inglesas, en donde los movimientos siempre se ejecutan con lentitud.

Hoy los durmientes se hacen generalmente de madera, á pesar de su corta duracion; pero esta materia posee cierta elasticidad que proporciona suavidad al movimiento, y puede emplearse en dimensiones que facilitan la reparticion del peso, sobre una gran superficie. Generalmente se les da una seccion trasversal rectangular, asentándolos sobre una de las partes anchas; pero tambien se usan de seccion triangular y aun semicircular.

Los durmientes se ponen unas veces en el sentido de la longitud de los carriles, y se ligan unos con otros de trecho en trecho, por otras piezas trasversales que les conservan su distancia, é impiden, hasta cierto punto, que se volteen. Otras veces se ponen atravesados, de donde les viene el nombre de *atravesaños:* en este caso los intervalos que los separan, varian segun la solidez de los car-

riles, las dimensiones de los mismos durmientes, y la resistencia del asiento sobre el cual están colocados. Cuando el asiento no ha podido consolidarse lo bastante, suelen ponerse debajo de los atravesaños otros durmientes longitudinales.

Con los durmientes longitudinales, los carriles se encuentran sostenidos en toda su longitud, lo que aparentemente proporciona mayor resistencia; pero hasta ahora no se ha visto que con ese sistema pueda obtenerse una reduccion en el peso de los carriles, ni aun en la cantidad de madera empleada; sino cuando la via es muy ancha, como la del Great-Western en Inglaterra. La madera para estos durmientes no debe tener ni torceduras ni rajaduras, y exige una mano de obra comparativamente lenta y costosa. Tampoco ha podido combatirse del todo, la tendencia que tienen á voltearse girando alrededor de una de sus aristas inferiores. Sin embargo, el sistema longitudinal aunque proscrito de la mayor parte de los ferrocarriles en donde se habia empleado, ha sido perfeccionado últimamente; y segun la respetable opinion de los ingenieros A. Holley y Zerah Colburn, las modificaciones hechas por Mr. Adam, le proporcionan economía en la madera, en los carriles, en la fuerza de las máquinas, y hacen muy suave el movimiento; por lo que creen esos señores, que debe

preferirse á cualquiera otro. La invencion de Mr. Adam se ensaya actualmente en Inglaterra.

Los durmientes atravesados son los que mas comunmente se usan. Para ellos, no se necesitan piezas tan escogidas, y la única preparacion que se les hace para que puedan recibir las silletas ó el carril, es tan sencilla, que ni siquiera exige la habilidad de un carpintero. Los atravesaños ligan mejor una con otra las dos líneas de carriles que forman la via, y se prestan mas cómodamente á las reparaciones y al desagüe; pero requieren mayor anchura de bálast, y cuando no son de madera bastante rígida ó que no tienen el largo y el grueso necesarios, se doblan al pasar los trenes; de manera que la mayor resistencia no se encuentra ya directamente debajo de los carriles como debe ser, sino en el centro de la via, en medio del durmiente cuyas extremidades, como se dice entonces, *zapatean*. Los golpes que de ello resultan, comprimen fuertemente ó reducen á polvo el bálast, y cuando pasado el tren, vuelve el durmiente á enderezarse, le quedan debajo cavidades en donde el agua se introduce y pudre la madera. Este inconveniente, ha querido algunas veces evitarse dejando el bálast mas flojo en el centro que debajo de los carriles; pero lo que así se hace, es disminuir la superficie de asiento del durmiente; y no hay mas

remedio cuando la madera es débil, que el de aumentar las dimensiones de los durmientes, ó el de reducir las distancias que los separan. Esto último tiene el inconveniente de dificultar su *calzamiento;* es decir: que no se les pueda apretar bien el bálast por debajo.

Por regla general; siempre que se quiera que una via quede bien asentada y calzada, será mejor alargar los durmientes que aumentar su ancho ó su número, porque alargándolos, se les dá mas apoyo á sus extremidades, lo que contribuye á que conserven su nivelacion y evita el *zapateo.*

El largo de los atravesaños, varía entre 2 metros 20 centímetros, y 2 metros 80 centímetros; su ancho, entre 16 y 35 centímetros; y su espesor entre 11 y 20 centímetros. Se suele dar mayores dimensiones á los durmientes de las junturas de los carriles, que á los demas. La distancia á que se colocan unos de otros, depende de sus dimensiones y calidad, de la firmeza del terreno y rigidez de los carriles; y varía entre 50 y 100 centímetros. Un intervalo de menos de 50 centímetros, hace muy incómodo é imperfecto el *calzamiento.*

La madera debe ser de buena clase, cortada en tiempo oportuno, estar seca al momento de emplearla, y si es posible, limpia de toda albura, agujeros y nudos. Cuando los carriles tienen que ir

fijados directamente sobre los durmientes, conviene que estos sean de madera dura, para que aquellos no trocen sus fibras bajo el peso de los trenes, y para que las grapas agarren bien.

En general, debe escogerse la madera que aguante más debajo de tierra sin podrirse, y que resista mejor á las alternativas de humedad y sequedad. Una de las causas que aceleran el deterioro de los durmientes, es la vibracion frecuente á que están sometidos, y que pronto desagrega sus fibras.

En el ferrocarril de Veracruz á San Juan hemos ensayado las maderas siguientes: el pino del Norte, el ciprés, el chicozapote, el macayo, el moral, el mangle prieto, el cedro colorado de la costa, el roble y el jabí. El chicozapote y el jabí, son de gran resistencia y duran muchos años enterrados, sin podrirse; pero su costo es excesivo, y el primero tiene el inconveniente de rajarse con el sol: el macayo, el roble y el cedro, no valen nada en cuanto á duracion, y solo pueden emplearse en vias provisionales, porque su precio es bastante cómodo. La madera que en aquel clima nos probó mejor, fué el ciprés de la Luisiana; dura tanto como el jabí, no se raja con el sol, y tiene un costo comparativamente muy moderado. Los durmientes de ciprés de 2.m 70 de largo, 0.m 35 de ancho y 0.m 12 de grueso que empleamos en una parte del ferro-

carril de Medellin, los compramos en New-Orleans á 60 centavos pieza; y si salieron puestos en Veracruz, á 1 peso 35 centavos, fué porque habia urgencia de ellos, y hubo que embarcarlos en el vapor *Tennessee*, que cobró un flete muy subido; pero en circunstancias ordinarias y en grandes cantidades, pueden obtenerse á peso.

En la Meseta central, la madera para durmientes es mucho mas barata, pero de muy poca duracion; la de buena clase seria muy cara. Afortunadamente, se ha conseguido prolongar la duracion de la madera, curtiéndola con varios líquidos, lo cual no aumenta mucho su precio. Los líquidos mas usados con ese objeto en Europa y los Estados-Unidos, son: el alquitrancillo, que resulta de la fabricacion del gas con el carbon de piedra para el alumbrado, el sulfato de cobre ó vitriolo azul (½ kilógramo de sulfato en 115 litros de agua), el bicloruro de mercurio ó sublimado corrosivo (½ kilógramo de sublimado en 140 litros de agua), el cloruro de zinc (½ kilógramo de cloruro en 80 litros de agua), el sulfato de hierro ó caparrosa, con el cual se da á la madera una primera inyeccion, seguida de otra de cloruro de cal, que descompone el sulfato y produce óxido de fierro insoluble; y el pirolignito de fierro, uno de los mas fuertes antisépticos, empleado con muy buen éxito

por Mr. Boucherie. Tambien se ha obtenido un buen resultado, cubriendo la superficie de los durmientes con una untura que se fabrica, disolviendo goma laca en dos veces su peso de esencia de alquitran de carbon de piedra, á la cual se agregan dos centésimas partes de hule; con esta untura, los durmientes se secan lentamente, no están expuestos á rajarse, y por consiguiente el agua no les penetra. El hierro colado, hasta ahora no ha podido emplearse eficazmente para durmientes; pero cada dia se hacen ensayos para lograrlo, con bastantes probabilidades de un buen resultado; el principal obstáculo es su excesiva fragilidad.

CAPÍTULO IX.

CARRILES.

Los primeros carriles se usaron en Inglaterra, á principios del siglo XVII, con el objeto de hacer mas fácil el movimiento de los vehículos en que se trasportaba el carbon de piedra, disminuyendo el rozamiento en la circunferencia de las ruedas. Colocáronse simplemente sobre la calzada, dos hileras longitudinales de vigas de madera, sobre las cuales se efectuaba el movimiento; pero las llantas de hierro de las ruedas, destruian muy pronto la madera, y desde 1767 se pusieron sobre las vigas, unas fajas de hierro colado compuestas de una parte plana que servia de rodada, y un bordo vertical saliente que impedia á las ruedas toda desviacion lateral. El fierro colado por ser demasiado frágil, no podia prestarse á un tráfico veloz y pesado, ni tampoco á que se fabricaran carriles de mas de 1.^{m}20 de largo, lo cual multiplicaba las jun-

turas que producen esos saltos y sacudimientos acompañados de un ruido particular seco y compasado que habrá sentido cualquiera que haya viajado alguna vez en ferrocarril.

El fierro forjado se usó por primera vez para carriles, en el año de 1810 en las minas de carbon de piedra de lord Carlisle, en el Cumberland; obteniéndose tan buenos resultados bajo todos aspectos, que el fierro colado dejó de usarse, y solo se le ve empleado todavía en una que otra mina, y en el interior de algunos establecimientos industriales, para las vias de servicio.

La resistencia y duracion de los carriles, dependen principalmente de la forma y dimensiones de su perfil, ó seccion trasversal; de la calidad del fierro, y de su fabricacion mas ó menos esmerada. Para que una explotacion sea cómoda, segura y económica, los carriles deben poder conservar por sí mismos ó con el auxilio de otros accesorios, una posicion estable; poseer la rigidez suficiente para no doblarse bajo el peso de los trenes; no carecer sin embargo de alguna elasticidad; y presentar al movimiento de los vehículos, una superficie exenta de toda rajadura, cavidad ó rugosidad, y tan dura como sea posible, para que resista largo tiempo al fuerte rozamiento á que continuamente tiene que estar sometida. Y como su precio está

en relacion con su solidez; la cual, bajo el punto de vista de la economía, no debe ser sino la que verdaderamente se necesita para que la explotacion se haga bajo buenas condiciones; debe uno cerciorarse de la cantidad, clase, y velocidad del tráfico á que los carriles tienen que estar sometidos en la línea á que se destinan, antes de fijar su forma y dimensiones.

En los ferrocarriles que haya que construir en nuestro pais, en localidades distantes de las costas del mar, antes de que esté terminada la línea de Veracruz á México; habrá que tomar en consideracion el enorme recargo que ocasiona en el costo de los carriles, su flete de trasporte desde el puerto de desembarco, hasta el lugar en que se emplean. Hasta hoy, no ha sido posible fabricarlos en el pais, y por el mal estado de los caminos, que desgraciadamente tiene todavía que durar mucho tiempo, así como por la escasez de medios de trasporte; los carriles que al llegar á Veracruz han costado de 50 á 60 pesos la tonelada, no pueden conseguirse en México á menos de 130 ó 140 pesos. Así es que algunas veces, podrá haber ventaja en construir vias provisionales con carriles de poco peso, salvo á cambiarlos despues cuando los de mas solidez puedan obtenerse á un precio cómodo; y aunque la operacion de cambiarlos cuan-

do la via está en plena actividad, es por demas molesta y dispendiosa; será prudente pasar por ella, si hechos el cálculo del costo de los carriles provisionales, de los gastos y molestias de la conservacion y explotacion, y el de los que su adopcion pueda evitar durante todo el tiempo de su servicio, se encuentra una economía considerable; y decimos considerable; porque un ahorro de poca importancia, nunca justificaria plenamente las molestias y riesgos de que adolecen las vias provisionales; mucho menos si se cuenta con un tráfico abundante, capaz de compensar todos los sacrificios que se hagan para la construccion inmediata del camino bajo un pié sólido y duradero.

Bien sabemos que en los Estados-Unidos, varios ferrocarriles de gran longitud, se construyeron como el de México á Tacubaya; con vigas de madera y unas tiras de fierro sobre las cuales corren las ruedas; y que esos caminos, bien administrados, llegaron á pagar muy buenos dividendos á los accionistas; pero allí concurrieron varias circunstancias para hacer ventajosa, y á veces indispensable, ese método de construccion. El terreno generalmente plano y abundante en buenas maderas, que no habia mas que cortar de uno y otro lado de la línea, se prestaba admirablemente á un establecimiento rápido y económico; el trasporte

de carriles pesados hubiera sido imposible allí, donde no habia otros caminos de ninguna clase, y se tenia que atravesar dilatadísimos bosques, en los que se hacia sentir por primera vez, el ruido del hacha y de la sierra. Limitado el tráfico al trasporte de objetos de poco peso, y de colonos que ni pedian, ni podian exigir una gran velocidad en la marcha, ni mucha comodidad en los wagones, y que tampoco tenian otro camino que tomar; podia hacerse bajo condiciones muy favorables para las compañías, con caballos ó con locomotivas ligeras, que por do quiera encontraban combustible en abundancia. Los trenes viajaban con una velocidad cuando mas de 12 ó 15 millas por hora. Pero desde que de en medio de esos montes antes solitarios, empezaron á surgir como por encanto innumerables poblaciones, algunas de las cuales cuentan hoy mas de cien mil almas; cuya vigorosa industria extendiéndose en derredor, centuplicó las producciones del desierto; los ferrocarriles que habian sido la causa eficiente de tan portentoso desarrollo, tuvieron que mejorar en el sentido de las nuevas necesidades; y fué preciso sustituir los carriles de madera con otros de puro fierro, capaces de resistir á un tráfico cada dia mas abundante y veloz.

Se han variado tanto las formas de los carriles,

que núnca acabariamos si las quisiéramos dar á conocer todas, y discutir las ventajas de cada una. Nos limitaremos pues á hablar de los dos tipos mas usados en América, Europa y Asia. Estos son: el *inglés*, ó de doble hongo *(Lám. I, fig. 2)* que fué el que se adoptó para el ferrocarril de Veracruz á San Juan; y el *americano* ó de *ancha base (Lám. I, fig. 3)* usado en los ferrocarriles de Veracruz á Medellin, y de México á Guadalupe Hidalgo.

Nosotros hemos empleado uno y otro, y observado: que con el inglés se obtiene mayor rigidez que con el americano gastando la misma cantidad de metal por metro de longitud; que el primero exige el uso de silletas y cuñas ó clavijas para colocarlo sobre los durmientes y mantenerlo en una posicion invariable; mientras que el segundo puede afianzarse directamente por medio de tornillos ó grapas, y queda en una posicion estable; que la operacion de poner por primera vez la via, nivelarla y calzarla, es mas lenta y costosa con el primero que con el segundo; pero que sucede lo contrario, aunque la diferencia no es tan notable, cuando se trata de componer la via, de cambiar un durmiente podrido, ó un carril deteriorado; que el primero, por ser mas alto su perfil entre los dos hongos, se presta mejor á la consolidacion

y emparejamiento de las junturas por el método sencillo de las tabletas, de que hablaremos despues; y que puede emplearse con menos durmientes que el segundo, por ser mayor su rigidez.

Del carril inglés, se creyó al principio, que gastado uno de los hongos, podria voltearse poniendo para abajo el hongo que antes quedaba arriba, y que así serviria doble tiempo que el americano; pero la experiencia no ha confirmado, sino parcialmente, esa suposicion. Cuando uno de los hongos se ha gastado demasiado, no puede acomodarse bien en las silletas, cuya forma corresponde á la del carril intacto; y ademas, el carril que durante algunos años ha quedado en una misma posicion, se encuentra casi tan deteriorado abajo como arriba; porque, como no asienta en toda su longitud, va doblándose insensiblemente entre las silletas, que es donde únicamente descansa y en donde se hace sentir el peso de las máquinas y de los wagones. La velocidad hace tan intensos en esos únicos puntos de apoyo, los golpes y las vibraciones, que de ella nace un continuo *martilleo* entre el carril y las silletas; y como éstas son de metal mas duro, quedan estampadas en el carril, cuya superficie inferior pierde su lisura al cabo de algun tiempo.

Tal es, en resúmen, el resultado de nuestras propias observaciones. Nosotros dariamos la prefe-

rencia al tipo americano; aun cuando no fuese mas que porque no exige el uso de las silletas y de las cuñas, que recargan notablemente el costo de primer establecimiento, requieren durante la explotacion una vigilancia incesante, y que por su gran fragilidad (las silletas usadas con el carril inglés son de hierro colado), exponen á gravísimos accidentes. El menor descarrilamiento, hace que se rompan por centenares, y la via y el material de explotacion quedan muy maltratados. Esto nos ha sucedido en el ferrocarril de San Juan.

El eminente profesor Mr. Couche, al analizar (1) las experiencias hechas en 1851 por Mr. Weishaupt sobre ambos tipos, de órden del gobierno prusiano (2), se pronuncia resueltamente por el tipo americano; y aconseja á los ingenieros franceses, que abandonen la rutina inglesa y adopten un tipo que, "con sus tabletas *(éclisses)* planas "en las junturas, concilia mejor que cualquiera otro "la economía de establecimiento, con la seguridad "y la sencillez de conservacion."

En muchos ferrocarriles se ha observado, que mientras mas ligero es el carril mejor resiste el tráfico, y mas larga es su duracion; lo cual no puede

(1) *Chemins de fer d'Allemagne.* Etablissement de la Voie. Annales des Mines. Cinq.me série. T. VII.

(2) Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen.—Berlin, 1852.

consistir en que el peso por sí mismo sea causa de deterioro; puesto que, teóricamente hablando, lo contrario es lo que debe tener lugar, es decir: que tratándose de fierro de la misma calidad, con el peso del carril, debe aumentar su resistencia. Pero sucede, y de esto dimana la aparente anomalía, que las operaciones de forjar y laminar que constituyen lo principal de la fabricacion de los carriles, se aplican con mas eficacia á las piezas ligeras que á las pesadas. Antes de que la experiencia hubiese revelado el motivo de la pronta destruccion de los carriles pesados, estos se empleaban de preferencia; y en Inglaterra y los Estados-Unidos los habia hasta de 50 kilógramos de peso por metro de longitud, los que habiendo hecho muy mal servicio, han sido ya reemplazados. Hay ahora una tendencia general á reducir el peso de los carriles. Una tonelada de carriles ligeros cuesta algo más en las fábricas, que una tonelada de carriles pesados; pero para nosotros en México, el aumento de precio quedará mucho mas que compensado, no solo con la mayor duracion, sino tambien con el ahorro en los fletes de mar y tierra.

El peso de los carriles puede reducirse, aumentando el número de puntos de apoyo, es decir, de durmientes; pero ya hemos visto que pasando de cierta distancia mínima, no pueden calzarse bien

los durmientes, y que la via queda muy insegura. Por otro lado, tratando de desechar los carriles pesados, debemos precavernos de caer en un extremo opuesto que tendria mas funestas consecuencias. Un carril demasiado ligero, puede doblarse bajo el peso de las locomotivas ó de los wagones; y esto, ademas de acelerar la destruccion de la via, y hacer muy molesto el movimiento de los wagones, expone al peligro de descarrilar, y aumenta sobremanera los gastos de la explotacion, invirtiéndose sin ningun provecho una parte considerable de la fuerza motriz.

Cuando se doblan los carriles en los intervalos que separan los durmientes, las ruedas del tren encuentran delante de sí, una rampa que les es preciso salvar; pues bien, segun las experiencias hechas por el profesor Barlow en el ferrocarril de Lóndres á Birmingham, uno de los mejor construidos del mundo, la fuerza suplementaria, que por causa de la flexion de los carriles, es necesario expender para recorrer una via horizontal, equivale á la que se necesitaria para ascender una pendiente de longitud igual á la de la via, y cuya inclinacion al horizonte, fuese la mitad de la inclinacion que afecta al doblarse la parte del carril comprendida entre dos durmientes contiguos.

Mr. Barlow halló que la flexion vertical de un

carril que pesaba 50 libras por yarda, y que descansaba sobre durmientes bien calzados distantes de 3 piés, era de 8½ centavos de pulgada bajo un peso inmóbil de 5 toneladas. Esta flexion aumentaba desde un 50 hasta un 150 por 100, cuando el peso en lugar de permanecer inmóbil recorria la línea con gran velocidad. (1)

El peso que se les da actualmente á los carriles, varía entre 32 y 42 kilógramos por metro de longitud para los del tipo inglés, y entre 23 y 32 kilógramos para los americanos.

Si se observa la marcha de una locomotiva, se nota que los esfuerzos que ella ejerce sobre los carriles, tienden: 1º, á voltearlos, haciéndolos girar sobre una de sus aristas inferiores: 2º, á apartarlos y echarlos fuera de la línea, haciéndolos resbalar sobre los durmientes: 3º, á aplastarlos con un exceso de peso, y á gastarlos con el rozamiento: 4º, á doblarlos y á quebrarlos. El perfil trasversal de un carril, debe pues trazarse con el único fin de contrarestar esas tendencias, repartiendo el metal de modo que en ninguna parte abunde sin utilidad; ni falte en donde sea necesario. En el tipo inglés se les da á los hongos una seccion conveniente, y se apartan uno de otro mas ó menos, segun el peso de las locomotivas y de los wagones cargados; despues se

(1) Holley and Zerah Colburn. *European Railways.*

da al cuerpo del carril, el espesor suficiente para obtener una sólida union entre los dos hongos. En cuanto á la rigidez en el sentido horizontal, y la estabilidad contra la rotacion, las silletas en que el carril va afianzado, proveen á una y otra. En el carril americano se determinan las áreas convenientes para el hongo superior y la base; y despues, se da al cuerpo el espesor necesario y una altura bastante reducida, para que tanto la union de la parte inferior con la superior como la estabilidad propia queden bien aseguradas.

Mientras mas bajo es el carril y mas ancha su base, mayor es su estabilidad propia; pero reduciendo la altura, se disminuye en proporcion el importante elemento de la rigidez vertical, y se cae en el inconveniente de que gastándose simultáneamente con el tráfico los carriles y las ruedas de los vehículos, el cordon saliente de éstas viene á chocar contra los durmientes ó contra la base de los carriles, y hace imposible continuar la explotacion. El ancho de la base tambien está limitado por dificultades de fabricacion; pues para aumentarlo, es indispensable disminuir su espesor, y cuando los bordos son demasiado delgados, el enfriamiento del fierro, al salir de los cilindros laminadores, es tan súbito, que casi es imposible evitar que no saque rajaduras y otros defectos.

El fierro, como la mayor parte de los cuerpos, tiene la propiedad de dilatarse ó encogerse segun aumenta ó disminuye el calor á que está sometido; y como las variaciones de temperatura se hacen mucho mas sensibles en las circunstancias en que generalmente se encuentran los carriles (al sol y al aire); es necesario al asentar la via, tener en cuenta el efecto físico que esas variaciones producen, y dejar entre dos carriles consecutivos el intervalo suficiente para que puedan dilatarse ó encogerse libremente, sin que la via pierda su nivel y su direccion. Un carril de 1 metro de longitud, se alargará ó se encogerá de 12 milésimos de milímetro por cada grado que suba ó baje la temperatura; de 6 décimos de milímetro si la variacion es de 50 grados, y de 1 milímetro y 2 décimos si es de 100 grados. Un carril de 7 metros de largo, tendrá pues, en su longitud, una variacion de 84 milésimos de milímetro por grado, 4 milímetros y 2 décimos por 50 grados, y 8 milímetros y 4 décimos por 100 grados de variacion en la temperatura. De suerte que si al estar poniendo la via, observamos que reina una temperatura de 8 grados, y sabemos que alguna vez en el año puede subir hasta 58 grados, tendremos que dejar los carriles separados de 4½ milímetros; porque si al dilatarse no encontraran el espacio necesario, co-

mo es enorme la fuerza de dilatacion, la via se deformaria. Los Sres. Holley y Zerah Colburn citan un ferrocarril de los Estados-Unidos (allí como se sabe son muy grandes las variaciones de la temperatura), en el que por haberse colocado los carriles en el invierno, sin dejar entre ellos ningun intervalo, se levantó la via en el siguiente verano de un pié verticalmente, y se salió de direccion en el sentido horizontal, de tres piés.

Cualquiera que sea la forma de los carriles, su deterioro casi siempre empieza por las extremidades, es decir, en las junturas; allí, en efecto, la resistencia está muy disminuida; las vibraciones son mas fuertes, y cada tren que pasa tiende á arrancar las grapas, tornillos, clavos ú otras *amarras*, y á machacar los durmientes. Las silletas que se usan con el tipo inglés, sin impedir que se produzcan esos efectos destructuores, los disminuyen en parte; lo cual ha hecho creer á muchos ingenieros, que con los carriles americanos, las silletas son tambien indispensables en las junturas; pero lo cierto es, que allí como en todas partes, son inútiles y estorbosas, y que basta usar las *placas de juntura* cuadradas de hierro forjado. Éstas protegen muy bien la superficie del durmiente, hacen solidarias entre sí las amarras de los dos carriles consecutivos, y afianzan su base entre dos orejas,

haciendo menos imperfecta la coincidencia de los hongos superiores. (1)

Haciendo mas reducida la distancia entre los durmientes cerca de las junturas, se remedia algun tanto la desventaja que estas producen bajo el punto de vista de la resistencia trasversal; pero quedan todavía subsistentes los inconvenientes que nacen de la independencia mutua de los carriles, siendo necesario para eliminarlos, hacer de todos los carriles una sola pieza continua cuyos elementos conserven, no obstante, el grado de libertad que hemos visto exigen las variaciones de temperatura. Esto se logra por medio de las *tabletas* (en inglés *fish-plates*, en frances *éclisses*), que consisten en dos piezas rectangulares de fierro forjado de 45 á 55 centímetros de largo, que cubren la juntura por ambos lados, alojándose en la garganta que forma la base y el hongo superior del carril, y empalman dos carriles consecutivos. De cada lado de la juntura, dos pernos que atraviesan el carril y las tabletas por agujeros ovalados, mantienen fuertemente la union de todo el sistema. La continuidad de resistencia queda por este medio tan bien restablecida, que con carriles altos, viene á ser casi indiferente situar la juntura sobre un durmiente ó fuera de él.

(1) Couche. *Annales des Mines.*

Si una via ha quedado firmemente establecida, merced á obras de substruccion bien construidas y ya asentadas, á una regular capa de bálast, á una acertada reparticion de los durmientes, y á la perfecta ligazon y emparejamiento de las junturas; y si suponemos ademas, que el peso de las locomotivas y trenes, y la velocidad de su marcha guardan la conveniente relacion con el perfil y peso de los carriles, la duracion de estos, solo dependerá de su calidad y de que el tráfico sea mas ó menos abundante.

Cuando el camino está en plena actividad de explotacion, la accion oxidante de la atmósfera tiene muy poca ó ninguna influencia en la conservacion de los carriles. Esto lo hemos experimentado terminantemente en el ferrocarril de Veracruz á San Juan, que como se sabe, se encuentra colocado bajo ese aspecto, en las peores condiciones; atraviesa terrenos pantanosos, en un clima en extremo cálido y á la orilla del mar, cuyos vientos, sobre todo cuando soplan furiosos del Norte, están completamente saturados de la humedad y principios salinos que tanto favorecen la accion corrosiva. Los que han vivido en Veracruz, saben que allí solo pueden usar la madera y el bronce para los balcones y las rejas de las casas; porque el fierro, aunque esté cubierto con los mejores barnices, es

atacado con violencia por los vientos de la mar. En el ferrocarril, sin embargo, mientras habia circulacion, nada sufrian los carriles y hasta las ruedas de las locomotivas y de los wagones se conservaban mejor; esto se debe probablemente, á que al moverse las ruedas sobre los carriles, se desarrollan corrientes eléctricas que combaten la oxidacion, ó que deshacen á cada instante la combinacion química del oxígeno con el fierro.

Para averiguar lo que se gastan los carriles con el tráfico, se han hecho algunas experiencias en Bélgica é Inglaterra, de las cuales resultaria que carriles de un peso de 25 á 40 kilógramos por metro, pueden resistir durante cincuenta años un tráfico de 20 trenes diarios, cada tren compuesto de una locomotiva y 15 wagones cargados, es decir: que se necesitaria que pasasen sobre la via, 365,000 trenes como los anteriores, para que los carriles quedasen inútiles.

Si los carriles están mal fabricados y el fierro es de mala calidad, la destruccion puede ser tan rápida, que ocasione gravísimas pérdidas á los propietarios del camino; la verdadera economía consistirá pues, no en pagarlos baratos, que así generalmente salen defectuosos; sino en hacer lo posible por conseguirlos de superior calidad, pagando liberalmente su costo; y aquí creemos que no es-

tará de mas recordar, que teniendo nosotros que pagar un flete excesivo por los carriles, mientras los traigamos del extranjero, muy mal cálculo seria el hacer ese gran desembolso en un artículo de poca duracion.

En algunos paises, las compañías acostumbran fijar á los fabricantes, ciertas prescripciones á las cuales tienen que sujetarse en la fabricacion; se estipulan, v. g., la procedencia del fierro, su calidad antes de fabricarlo, las operaciones que deben hacerse hasta dejarlo convertido en carriles, y las pruebas á que se han de someter para recibirlos; á veces tambien, tienen las compañías un ingeniero de su confianza que reside en la fábrica, vigila sin cesar y obliga á que en la fabricacion, se observen rigorosamente las prescripciones estipuladas. No puede decirse hasta qué punto son ventajosas tantas restricciones y esa especie de tutela; lo cierto es, que á pesar de todo, la calidad de los carriles lejos de mejorar, ha ido notablemente empeorando de dia en dia. Parece mas prudente dejar que los fabricantes hagan los carriles como lo entiendan, siendo sí, muy severos al tiempo de recibirlos, y exigiendo una garantía de algunos años. (1)

De la obra ya tantas veces citada de los Sres. A. Holley y Zerah Colburn, copiamos las siguien-

(1) Couche. *Annales des Mines.*

tes principales prescripciones que sirvieron para la recepcion de los carriles construidos en Inglaterra, para el ferrocarril Real de Suecia.

Los carriles debian pesar 62 libras por yarda. (1)

De cien carriles, ochenta lo menos, debian tener 21 piés de largo, quince podian tener 18 piés y 5 quince piés; la diferencia de mas de un octavo de pulgada en las longitudes estipuladas, hacia desecharlos.

Debian ser perfectamente rectos, lisa su superficie, uniforme su seccion en toda la longitud, y tener sus extremidades bien cortadas á escuadra.

Para probarlos, se dividian en lotes de á ciento. Se tomaba de cada lote un carril cualquiera, y colocándolo sobre unos apoyos distantes de 4 piés, se le dejaba caer en medio, un martinete pesando 4,480 libras (2 toneladas) desde una altura de 12 piés. Si el carril resistia la prueba, los del lote correspondiente quedaban recibidos; si se rompia, el lote se subdividia en cuatro porciones, de cada una de las cuales se probaba otro carril, y el resultado hacia recibir ó desechar la porcion á que pertenecia.

Los carriles que quedaban desechados, eran inmediatamente cortados en trozos á expensas del contratista.

(1) Pesos y medidas inglesas.

La compañía debia quitar de la via todos los carriles que dentro del término de tres años de haber sido colocados en ella, se exfoliasen, rompiesen ó de cualquiera otra manera se deteriorasen; y el contratista al ser requerido, debia entregar inmediatamente otros de buena calidad y por su cuenta y riesgo, sobre el muelle de la compañía.

R. Stephenson y otros ingenieros, exigian la prueba con un martinete de 224 á 336 libras, cayendo de una altura de 16 piés.

CAPÍTULO X.

ESTACIONES.

Ningun espectáculo es tan grandioso é interesante, como el que presenta la estacion terminal de un ferrocarril de primer órden. Sus vastos y suntuosos edificios, sus numerosas dependencias, el movimiento incesante, la enorme y constante afluencia de carga y pasajeros, cautivan la atencion del que contempla la escena por primera vez; y si lleno de indescribible asombro, llega á comprender en conjunto lo imponente de la empresa, y admira el órden perfecto que en ella reina, no puede hacerse cargo de los infinitos pormenores que, regidos por una sola voluntad, concurren á realizarla.

En la estacion terminal de un ferrocarril, tiene su principio y fin, la importante operacion mercantil, para cuyo logro se invierten fabulosas sumas de dinero, y se emplean los mas vigorosos esfuerzos de la industria y del trabajo corporal del

hombre: *el trasporte rápido y seguro de las personas y de las cosas.*

La regularidad, prontitud y seguridad que son indispensables en la remision y entrega de objetos tan numerosos como variados, lo vasto del servicio y su complicacion, exigen el concurso de un sinnúmero de agentes y operarios, cada uno de los cuales tiene que estar personalmente sujeto á una gran responsabilidad.

La suntuosidad y elegancia arquitectónica que ostentan en algunos paises los edificios de las estaciones, acusan un próspero estado de riqueza material y de civilizacion; pero no son una condicion esencial para que esos grandes centros de actividad comercial, correspondan á su principal objeto. La situacion, distribucion y régimen interior de la estacion, son las cuestiones que deben estudiarse de preferencia, acomodándose á las circunstancias locales y á la cantidad y naturaleza del tráfico. En la mayor parte de las estaciones, existe una separacion bien marcada que la misma diversidad del tráfico exige; un departamento está exclusivamente destinado al servicio de pasajeros, correos, encargos, sillas de posta, diligencias, carruajes particulares, caballos y otros objetos que pagan un flete elevado, y viajan en trenes de gran velocidad.

Otro departamento está destinado al servicio de almacenaje, carga y descarga de todo género de mercancías y animales que viajan en trenes de corta velocidad.

Existen ademas, si la estacion es de alguna importancia, un lugar de depósito ó cochera para las locomotivas, en donde permanecen abrigadas, se les asea, compone, y quedan del todo listas para efectuar su servicio; y otro con igual objeto, para los wagones de todas clases.

A veces la estacion de pasajeros y la de mercancías están situadas á alguna distancia una de otra, buscándose para cada una de ellas, el lugar mas favorable á la afluencia de su tráfico respectivo. La primera, lo mas cerca posible del centro de la poblacion; la segunda, en el paraje mas conveniente para la llegada de las mercancías. En Liverpool, por ejemplo, el ferrocarril antes de llegar á la ciudad, se divide en dos ramales: uno que conduce á la estacion de pasajeros, pasando debajo de las calles por un subterráneo ó tunnel que desemboca no lejos del centro de la poblacion; y otro que conduce á la estacion de mercancías, y pasa tambien debajo de la ciudad, por un tunnel que desemboca en medio de los dockes y de los muelles. De manera, que las mercancías pasan directamente de los buques á los wagones, ó de los wagones

á los buques; y los pasajeros tienen poca distancia que andar, para tomar el ferrocarril.

El alto precio de los terrenos, hace á menudo muy difícil situar las estaciones en el interior de las ciudades, por mas que en ello se encuentre conveniencia y mucha ventaja, sobre todo si se trata de un ferrocarril de corta extension, cuyo tráfico principal sea de pasajeros; pues muchos de ellos, teniendo que andar una larga distancia para llegar á la estacion, preferirán emprender el viaje de una vez en los ómnibus, ú otros vehículos ordinarios que pasen cerca de su residencia.

De todos modos, al proyectar una estacion, es necesario reservarse la posibilidad de darle mayor ensanche si el tráfico llega á aumentar, como sucede generalmente, comprando desde luego todo el terreno que pueda necesitarse, y formando de una vez los planos para la distribucion y aumento de los edificios, como si ya hubiese llegado el caso de darles su mayor desarrollo, salvo á hacer sucesivamente las nuevas construcciones. Esta precaucion importantísima, ahorrará los enormes desembolsos que algunas compañías, por haberla omitido, se han visto obligadas á hacer para agrandar las estaciones, por el extraordinario aumento de valor que habian adquirido los terrenos en su derredor; y evitará las molestias y riesgos que siem-

pre acompañan á la explotacion, cuando el servicio y las maniobras tienen que hacerse en un espacio reducido ó mal repartido.

Las siguientes cifras dan una idea de la extension que requieren las estaciones terminales en los ferrocarriles de primer órden.

En Paris, la estacion de pasajeros del ferrocarril de Paris á Bruselas, ocupa una superficie de 50,000 metros cuadrados, y la de mercancías 260,000. La de pasajeros del ferrocarril de Estrasburgo, ocupaba al principio 43,700 metros cuadrados; pero á los tres años hubo necesidad de agregarle 12,300 metros más. La estacion de mercancías, talleres y depósito de maquinaria del mismo camino, situados en la Villette, ocupan 290,000 metros cuadrados.

En Birmingham, solo el embarcadero de pasajeros de la estacion del ferrocarril que va á Lóndres, forma una inmensa sala de 264 metros de largo, 65 de ancho, con un techo de fierro y cristales de una sola abra (la mayor que existe), que cubre hermosas banquetas ó muelles para los pasajeros; y 2,500 metros de vias para el servicio de las locomotivas y wagones.

En Lóndres, el magnífico embarcadero de Paddington (Great-Western), construido todo de fierro y cristales, tiene 214 metros de largo y 86 de

ancho; su techo de tres abras, cubre ademas de las banquetas, diez vias de 2.^{m}13 de ancho. Las estaciones del Great-Northern-railway, ocupan en Lóndres, una superficie de 350,000 metros cuadrados. En la de mercancías, la parte techada tiene una superficie de 21,000 metros cuadrados, y en la de pasajeros 15,840. El embarcadero es de 240 metros de largo y 66 de ancho. Las vias principales para el servicio, son catorce, de 1,600 metros de largo cada una.

En toda estacion, ya sea de pasajeros ó de mercancías, hay un espacio ocupado por los edificios exclusivamente destinados á los pasajeros ó á las mercancías, y otro que se llama *el patio*, en donde se encuentran los cambios de via, depósitos de agua, gruas hidráulicas, acopios de leña ó carbon, durmientes, etc.

El edificio para los pasajeros generalmente contiene: 1º, un vestíbulo ó pórtico cerrado, mas ó menos vasto, que forma la fachada del frente; 2º, las oficinas para la distribucion de las boletas de pasaje, inscripcion del equipaje, encargos y otros efectos que viajan con los trenes de pasajeros; 3º, salas para depositar el equipaje y los efectos que salen, y para repartir los que llegan; 4º, una oficina en donde se reclaman los objetos perdidos, y una sala para depositarlos; 5º, un local para el telégrafo;

6º, otro para el despacho del correo, sillas de posta, diligencias, etc.; 7º, una ó mas salas de espera (waiting rooms), en donde los pasajeros aguardan la salida de los trenes; 8º, un local para los enseres del alumbrado; 9º, meaderos y comunes; 10º, un local para el despacho del gefe de la estacion, y otros para los empleados, sobrestantes y peones de servicio.

La distribucion del edificio debe hacerse de manera que el servicio sea fácil, que el pasajero nunca se encuentre indeciso, ni pueda equivocarse en el camino que debe tomar para llegar hasta los wagones, ni para salir fuera de la estacion. Para evitar toda confusion, los pasajeros y los efectos que llegan, no deben mezclarse para nada con los que salen; por eso hay generalmente una via para los trenes de entrada y otra para los de salida, situadas paralelamente en los dos lados opuestos del embarcadero, y separadas por una ó mas vias intermedias.

En el edificio de la estacion de pasajeros, están muchas veces establecidas las oficinas de la administracion y direccion general del ferrocarril, despacho del ingeniero en gefe, alojamientos para los empleados, etc.; pero todo este departamento tiene entrada independiente.

El doctor Lardner hablando de una estacion inglesa se expresa del modo siguiente:

" Para comodidad de los pasajeros, la compañía " se pone de acuerdo con varios dueños de ómni- " bus y coches, que partiendo de distintos puntos " de la ciudad á las horas convenientes, van reco- " giendo pasajeros y llegan á la estacion 15 ó 20 " minutos antes de la salida del tren; numerosos " agentes del ferrocarril que allí se encuentran y " se distinguen por su uniforme, ayudan al viaje- " ro á apearse de los coches, recogen su equipaje " y le dan cuantos informes puede necesitar; como " por ejemplo, lo que debe pagar al cochero si ha " llegado en coche alquilado, etc. La ingerencia de " estos agentes no solo es conveniente y agradable " para el viajero, sino que expedita el servicio; y " debido á su buena organizacion, puede llegar un " gran número de vehículos, descargar los pasaje- " ros y su equipaje, y regresarse en breves ins- " tantes."

" El pasajero que ha visto desaparecer su equi- " paje y sabe que está en manos seguras, entra á " la estacion, se dirige al despacho, paga su pasa- " je y recibe una boleta en que consta la hora de " salida del tren, la clase del carruaje en que de- " be viajar, y el lugar en donde terminará su via- " je; se encamina en seguida hácia una de las *sa-*

" *las de espera*, que encuentra amueblada, calentada
" y alumbrada con mas ó menos lujo, segun la cla-
" se á que pertenece. Allí puede escoger para en-
" tretenerse, y comprar muy barato, periódicos, re-
" vistas, guias, itinerarios, novelas, comedias, etc.
" etc. Pasando al embarcadero, encuentra su equi-
" paje en una carretilla y un mozo que le espe-
" ra; con él se dirige á la oficina respectiva, ve
" pesar, marcar y apuntar sus efectos, y en el caso
" de que pesen mas de lo admitido paga por el ex-
" ceso. Si su equipaje consiste en un bulto peque-
" ño lo puede llevar consigo dentro del wagon, si
" nó, lo deja en el despacho y ya no vuelve á ocu-
" parse de él sino cuando ha concluido su viaje.
" Dada una señal, el pasajero entra en el wagon,
" ocupa su asiento, y pocos momentos despues el
" tren se pone en marcha. Cuando el viaje debe
" durar varias horas, el pasajero encuentra en al-
" guna estacion del tránsito, muy buena fonda con
" salas lujosamente amuebladas, y cantinas provis-
" tas de cuanto puede apetecer en clase de comi-
" das y bebidas, todo á precios muy cómodos."

" Antes de llegar á la estacion, el tren se anun-
" cia con un fuerte y prolongado silbido de la lo-
" comotiva; y como este se oye á mas de una mi-
" lla de distancia, y que desde entonces empieza á
" disminuir la velocidad del tren, hay tiempo pa-

"ra desembarazar la via de llegada, poner bien las "llaves del patio, y prepararse los empleados y "peones para recibirlo."

"Los ómnibus y coches que tienen que aguar-"dar á los pasajeros, pueden situarse en un lugar "á propósito ordinariamente cubierto; algunos de "ellos, corren bajo la responsabilidad de la com-"pañía, y llevan un letrero bien visible que los "distingue de los demas."

"A la llegada del tren, unos mozos abren las "portezuelas de los wagones, y otros descargan "violentamente los equipajes y los llevan al des-"pacho, en donde se reparten en el acto; el pa-"sajero vuelve allí á encontrar cargadores de la "compañía, que sin pedir retribucion le llevan su "equipaje al coche que él designa."

En los Estados-Unidos, el servicio de equipajes es sumamente cómodo y sencillo. Todos los bultos que lleva el viajero se reciben sin pesarlos, y por cada uno se le entrega una cédula ó medalla de laton numerada, y otra con el mismo número se amarra al bulto entregado. El viaje puede durar tres, cinco ó mas dias con sus noches; uno va cambiando de wagones y pasando, sin ocuparse de ello, sobre varios ferrocarriles pertenecientes á distintas compañías, cuyos empleados se contentan con cerciorarse muy políticamente

si todos los pasajeros tienen boleta de pasaje. De cuando en cuando, pasa en los wagones un encargado especial que va preguntando á los que deben quedarse en la próxima estacion, si tienen equipaje; al que responde que sí, le presenta una caja, especie de alcancía con varias aberturas sobre las cuales se leen los nombres de los hoteles de la ciudad; el pasajero enseña sus cédulas al encargado y las echa en la abertura que gusta, recibe en cambio una tarjeta del hotel correspondiente, en la que el encargado ha escrito los números de las cédulas. El pasajero se traslada al hotel, cuándo y como quiere, y allí encuentra siempre su equipaje completo; entonces devuelve la tarjeta que habia recibido.

Llegado el tren á la estacion, los wagones se registran cuidadosamente tan luego como se han bajado los pasajeros, para recoger los objetos olvidados; de estos, los que tienen alguna marca ó señal que indique la direccion de su propietario, se remiten inmediatamente; los que no la tienen, se llevan á la oficina especial de *objetos olvidados*, en donde á cada uno se le pone un número, con el cual figura en un libro en que se apunta su naturaleza y estado, la fecha del hallazgo, la procedencia y hora de llegada del tren, la clase y número del wagon en que se encontró. Depositado en un

lugar conveniente, es muy fácil hallar el objeto tan luego como alguno se presenta á reclamarlo. Cuando ha pasado algun tiempo sin que nadie se haya presentado; si es un baúl, caja ú otra cosa cerrada, se abre para buscar en el interior algun indicio de su propietario, y remitírselo. Si nada se descubre con la abertura, el objeto se coloca en un lugar del despacho, de manera que quede bien visible; y al cabo de uno ó dos años, si no ha parecido su dueño, se remata en favor de algun establecimiento de beneficencia, relacionado con el ferrocarril.

Son tan abundantes y variados los encargos ó efectos que se remiten en los trenes de pasajeros, que exigen para su despacho un departamento especial con su gefe y dependientes exclusivamente dedicados á ese servicio. En algunos ferrocarriles europeos, pasan de 4,000 los bultos de esa clase que se despachan diariamente, y con tal puntualidad y exactitud, que ni ocasionan demora ninguna á los trenes en las estaciones intermedias, ni son los extravíos sino muy raros; aunque á veces consisten los objetos en cosas tan poco voluminosas, como unas tijeras ó un cortaplumas. En el ferrocarril de Paris á Orleans, de 400,000 encargos, uno solo se pierde.

En las principales poblaciones de Europa y los Estados-Unidos, ademas de la oficina especial si-

tuada en las estaciones, hay agencias subalternas, establecidas en varios puntos de la ciudad, en donde para mayor comodidad de los remitentes, se reciben y anotan los encargos; tambien hay carros del ferrocarril que recorren las calles recogiéndolos. En los Estados-Unidos, muchas de esas agencias son particulares, y para nada dependen de la administracion del ferrocarril, si no es para pagar el flete ó alquiler de uno ó mas wagones, en que hacen sus remesas. Ellas reciben y entregan á domicilio, bajo su propia responsabilidad. (1)

Tambien figuran como hemos dicho, en el tráfico de una estacion de pasajeros, los caballos, sillas de posta, diligencias y carruajes particulares; estos se embarcan en muelles á propósito, dispuestos y servidos con tal prontitud, que todos los que llegan á la estacion 15 minutos antes de la salida del tren, pueden aprovecharlo. Los coches se colocan sobre wagones plataformas, llamados *trucks*, y se aseguran por medio de cuñas y cadenas; los caballos viajan en wagones caballerizas, con divisiones para

(1) Como un ejemplo de la enorme cantidad de encargos que en algunos dias se despachan en las estaciones de primera clase, cuenta el Dr. Lardner, que uno de los dias de la semana de Navidad, en 1852, en la estacion de Euston-Square de Lóndres, se remitieron 5,000 cuñetes y canastas de ostras, conteniendo cada una 100 ostras, por término medio; de modo que de esa sola estacion, se mandaron en un dia para el interior de Inglaterra, 500,000 ostras.

cada animal. En algunos ferrocarriles hay wagones especiales para perros.

Ya indicamos que en muchos ferrocarriles hay la costumbre de conceder al viajero el trasporte gratis de cierta cantidad ó peso de equipaje, debiendo pagar el exceso con arreglo á una tarifa bastante alta por lo comun; en otros, ningun trasporte gratis se concede, y el viajero tiene que pagar el flete de todo su equipaje; en otros, por último, el viajero puede llevar cuanto equipaje quiere, sin pagar flete ninguno. En el primer caso, las compañías (que no hacen servicio de balde) compensan, poco mas ó menos, los gastos que ocasiona la parte de equipaje trasportada gratis, con lo que perciben por el trasporte de la parte en exceso, y con un ligero aumento en el precio del pasaje. En el segundo, el mismo equipaje paga sus gastos. En el tercero, las compañías tienen precisamente que buscar la compensacion de sus gastos, aumentando el precio del pasaje de todos los viajeros.

Si la primera y parcial concesion envuelve, hasta cierto punto, una injusta desigualdad, respecto de los viajeros; en la última, la injusticia es completa y evidente, y se hace sentir más sobre los que menos debieran padecerla: en efecto, no es á la gente pobre, que viaja por lo comun, con poco ó ningun equipaje, á la que aprovecha el trasporte gratis; y

sin embargo, pagando un pasaje mas caro, contribuye para que gocen de esa ventaja otros que podrian comprarla sin molestia. Nos parece de consiguiente preferible, que á cada pasajero se le cobre el flete del equipaje que lleve, buscando á disminuir cuanto sea posible el precio del pasaje; aunque con este sistema se aumenten el trabajo y molestias del despacho, y la responsabilidad de las compañías; pues cualquiera cosa debe hacerse por evitar una injusticia, máxime cuando ella puede recaer mas pesadamente sobre aquellos á quienes la suerte ha favorecido menos.

La estacion de mercancías, respecto de cuya situacion dijimos antes, citando el ejemplo de Liverpool, que debia hacerse en el paraje mas concurrido por los efectos que constituyen ese tráfico especial, requiere generalmente un terreno mucho mas vasto que la de pasajeros; pues no solo es necesario acopiar, pesar y ordenar segun su clase ó direccion, los efectos que diariamente salen y llegan por los trenes; sino que se debe proporcionar almacenaje ó depósito, á los que no pudiendo despacharse el mismo dia, tienen que quedarse en la estacion, bajo la responsabilidad de la compañía. En algunas partes, otras compañías distintas ó algun rico empresario, se entienden con los comerciantes para la remision y entrega de sus mercan-

cías; tienen constantemente en movimiento una multitud de carruajes para recogerlas y distribuirlas; y construyen en las estaciones los almacenes ó bodegas necesarias para depositarlas. En los Estados Unidos es en donde se ve mas usado este sistema; porque algunos ferrocarriles no han tenido al empezar su servicio, el capital suficiente para montarlo por completo. De todos modos es necesario que las mercancías se reciban, pesen y carguen ó descarguen y distribuyan, con mucho órden y prontitud; para evitar los extravíos que desacreditan, y las demoras, que entorpeciendo las operaciones del tráfico, lo hacen mas costoso.

Los vehículos que llevan efectos á la estacion, ó los sacan fuera de ella, deben tener muy fácil acceso hasta los lugares destinados para la recepcion ó entrega, y poder descargar ó cargar inmediatamente. Esto se logra muy bien, construyendo á lo largo de las vias de salida y llegada de los trenes, unas banquetas ó muelles sobre las cuales se descargan los efectos, que así pueden pasar de la carreta situada de un lado de la banqueta al wagon situado del otro, ó vice versa. Se les da á las banquetas una altura conveniente, y se les provee de gruas, cabrias y otros aparatos, movidos algunas veces por vapor, para manejar los objetos pesados.

La superficie de las banquetas depende de la

cantidad y volúmen de los efectos que alimentan el tráfico, y puede calcularse aproximativamente, tomando por guia el estado siguiente, que á pedimento de Mr. Perdonnet, formó el hábil gefe del movimiento del ferrocarril de Paris á Estrasburgo, Mr. Broutin du Pavillon.

ESTADO DE LAS SUPERFICIES

de muelle ó embanquetado necesarias para el depósito y manejo de una tonelada de las mercancías siguientes.

MERCANCIAS	Superficie en metros cuadrados por una tonelada.	OBSERVACIONES.
	METROS.	
Algodon en balas.	5	Los fierros deben ordenarse de modo que sea fácil contar las barras ó lingotes de cada expedicion.
Harinas y granos en sacos.	2.50	Las superficies que aquí figuran se aplican lo mismo á los efectos que salen como á los que llegan, excepto respecto de los *efectos diversos*, para los cuales conviene aumentar á la banqueta de llegada, un séptimo de superficie.
Azúcar en pilones.	8	
Vinos en barriles. .	5	
Fierros.	2	Cuando la necesidad obliga, hay que amontonar los efectos en un espacio mas reducido que el que indica el estado; pero entonces las maniobras son molestas y lentas.
Efectos diversos de cualquiera clase.	7	

Hay efectos que pueden permanecer á la intemperie, y otros que no pueden mojarse ni asolearse; lo que exige que una parte al menos del embarcadero y de los almacenes, esté techada, para abrigarlos.

En toda estacion de mercancías, ademas de los embarcaderos, almacenes y oficinas para la administracion, debe haber abundantes acopios de agua, aceite, carbon, leña, etc.; depósitos ó cocheras para las locomotivas y los wagones; y el número de vias, plataformas giratorias, y cambios de via suficiente, para que las maniobras se hagan con celeridad y economía, ahorrando cuanto sea posible el trabajo de hombres. En algunas, es verdaderamente enorme y fuera de toda concepcion el movimiento de efectos de diversas clases que se trasportan. En el año de 1856, el ferrocarril London and North-Western empleó exclusivamente en ese servicio, 11,758 wagones y el Great-Northern 8,295. En 1862 el Est de Francia empleaba 11,190 wagones.

La cantidad total de mercancías trasportada en los ferrocarriles de Inglaterra, Escocia é Irlanda en el año de 1861, fué de 30,638,893 toneladas, que produjeron un flete de $47,116,525. *Cuarenta y siete millones, ciento diez y seis mil, quinientos veinticinco pesos!*

Las estaciones que se construyen en los puntos intermedios del tránsito, varian de tamaño y disposicion, segun la importancia en poblacion y riqueza comercial de los distritos en que están situadas, ó con los cuales comunican.

Lo que hemos dicho respecto de las estaciones terminales, se aplica igualmente á las intermedias segun lo exige el tráfico. En algunas, bastará para llenar todas las exigencias, una pieza para el despacho de boletos y equipajes, una caja de agua, y un pequeño acopio de combustible para las locomotivas.

Lám. VII.



LOCOMOTIVA AMERICANA.

Lit. de Decaen, México

CAPÍTULO XI.

LOCOMOTIVAS.

PARTE HISTÓRICA. Cuando se usaron las primeras tiras angostas de fierro para facilitar el trasporte de unas cuantas toneladas de carbon de piedra, nadie ciertamente podia imaginarse, que sobre esas mismas tiras de fierro ú otras muy parecidas, se habian de mover, sin la menor dificultad, trenes compuestos de cuarenta ó cincuenta vehículos, cargados con mil ó dos mil pasajeros, ó cuatrocientas toneladas de mercancías; y que un solo motor podria remolcarlos durante varios dias, y hacerles recorrer centenares de leguas sin pararse. Hoy todo el mundo sabe que esto se hace con toda comodidad en los ferrocarriles.

La locomotora ó *locomotiva* es ese motor infatigable, que dotado de una fuerza tan prodigiosa, y de la facultad de renovarla por sí mismo, se deja, sin embargo, manejar por una sola persona; y cual

si fuera el caballo mas sumiso, obedece dócilmente y con instantánea prontitud. Su conductor la puede llevar al paso lento y monótono de una mula de carga, ó lanzarla impetuosamente, y con la rapidez del huracan, salvar distancias de treinta leguas en una hora.

La fuerza elástica del vapor es la que impulsa la locomotiva, y la que da movimiento á multitud de buques en el mar. Su aplicacion á los trasportes, ha hecho que la longitud de la ruta que puede recorrerse, y la velocidad de la marcha, no estén ya subalternadas á la fuerza muscular de un animal, cuyo vigor pronto se agota, ni á los caprichosos cambios de los elementos; sino que dependan únicamente de la voluntad del hombre, y se adapten á su conveniencia.

Las innumerables aplicaciones del mismo fluido á casi todos los trabajos de la industria en general, no han sido ni menos interesantes ni menos benéficas para el hombre, cuya condicion han mejorado, ensanchando los límites de su poder físico, y abriendo un campo inmenso á las aspiraciones de su inteligencia.

El vapor es hoy considerado como el agente mas poderoso de la industria, y aun de la civilizacion: permítasenos, pues, hacer una pequeña digresion histórica, para dar á conocer á nuestros

compatriotas, los nombres siquiera, de los que hicieron tan bella conquista ó la perfeccionaron.

Parece indudable, que los antiguos conocieron la fuerza elástica del vapor y la aplicaron.

Jhon Sewel, dice que *Arquímedes* la empleó en la famosa defensa de Siracusa (212 años antes de Jesucristo). (1)

Héron de Alexandría, bastante conocido de los que han estudiado física, como inventor de la fuente que lleva su nombre, inventó en el año de 120 antes de Jesucristo, un aparato de vapor, *el Eolópilo*, que segun Arago (2), consistia en una esfera hueca de metal, provista de dos ó mas tubitos ó surtidores, colocados en la circunferencia de un mismo círculo, perpendicularmente al cual, pasaba un eje sobre cuyas extremidades descansaba y podia girar libremente la esfera. Introduciendo en ella un poco de agua, y calentándola, ésta se trasformaba en vapor, y escapándose violentamente por los tubitos, hacia tomar á la esfera un movimiento de rotacion. Tal es la primera aplicacion bien probada de la fuerza del vapor. Ella, como se vé, dista mucho de la máquina de vapor moderna, y quedó como un hecho curioso; pero aislado y sin utilidad.

(1) *Elementary treatise on steam*, by Jhon Sewel. London, 1812.

(2) *Biografía de James Watt.* (*Œuvres complètes d'Arago*, publiées par Mr. Barral. 3.e volume. Paris, 1854.

Un manuscrito encontrado en España, habla de la experiencia hecha en Barcelona por el capitan Blasco de Garay el 17 de Junio de 1543, para mover un bote sin remos ni velas, por medio de una caldera de agua hirviendo, y una rueda con paletas de cada lado. Garay obtuvo del emperador Cárlos V un ascenso y una gratificacion por su invencion; pero no prosiguió sus ensayos, ni dió jamas á conocer las partes esenciales de su aparato.

Flurance de Rivaut, uno de los preceptores de Luis XIII de Francia, en un pequeño tratado de Artillería que publicó en 1605, dice: que el agua calentada fuertemente dentro de un cañon, ó de una bomba, los hace reventar con grande estrépito.

Salomon de Caus, que vivió de 1576 á 1630; y cuya historia habia sido adornada con mil episodios interesantes, hasta hacerlo morir encerrado en un hospital de locos, por el cardenal de Richelieu, á quien importunaba con el continuo relato de sus invenciones; era un distinguido arquitecto, hábil sobre todo en la distribucion y adorno de los jardines. En 1614, publicó una obra dedicada á Luis XIII (1), en la que entre otros aparatos, describe el siguiente, que le ha valido de sus compatriotas la gloria de ser proclamado inventor de la

(1) *Les raisons des forces mouvantes*, 1614, *libro primero*. Esta obra se halla en la Biblioteca del Conservatorio de Artes y Oficios de Paris.

máquina de vapor: "Sea una bola de cobre A bien "soldada por todas partes, la cual tendrá una aber- "tura D, por donde podrá introducirse el agua, y "tambien un tubo B C soldado en la parte superior "de la bola, y cuya extremidad penetrará hasta el "fondo, sin tocarlo. Despues de haber llenado de "agua la bola por la abertura D, y tapado ésta muy "bien, se pone sobre el fuego; entonces el calor, "dando contra dicha bola, hará subir el agua por "el tubo B C." Así la presion del vapor sobre la parte del agua no vaporizada, es la que hará ascender el líquido en el tubo B C. Mr. Louis Figuier opina (1), que Salomon de Caus no merece ser llamado inventor de la máquina de vapor, por solo haber descrito el modo de aprovechar una de las propiedades de ese fluido que ya habia sido indicada anteriormente, sin haber comprendido de otra manera su importancia.

Un autor italiano, llamado *Branca*, describió en 1629, varios aparatos de física; y entre ellos, uno que consistia en una caldera que, puesta sobre el fuego, dejaba escapar un chorro de vapor, el cual pegando contra las paletas de una rueda, la hacia dar vueltas.

Los ingleses no quieren que sea Salomon de Caus, sino el *Marqués de Worcester* que vivia en

(1) *Histoire des découvertes*, par Louis Figuier. Paris, 1852.

1663, el inventor de la máquina de vapor. Su pretension se funda principalmente en las líneas siguientes que escribió el citado marqués, y se hallan en la obra inglesa, intitulada: "*Century of inventions.*" Nosotros las tomamos de la traduccion francesa hecha por Arago. (1)

"He inventado una manera muy poderosa y "admirable para elevar el agua con la ayuda del "fuego, no por aspiracion, pues entonces sus efec- "tos quedarian limitados *intra sphæram activitatis*, "como dicen los filósofos; pues la aspiracion solo "se opera dentro de ciertos límites; sino que mi "procedimiento no tiene límites si el recipiente "es bastante fuerte. Tomé en efecto un cañon en- "tero, cuya boca habia estallado; y habiéndolo lle- "nado hasta las tres cuartas partes de agua, cerré "con tapas de tornillo su extremidad rota y el oido; "lo mantuve sobre un fuego constante, y al cabo de "24 horas, el cañon reventó produciendo un gran "ruido. Habiendo despues encontrado el modo de "hacer recipientes consolidados por la fuerza in- "terior (so that they are strengthened by the force "within them), y que se llenan uno despues de "otro, he visto salir el agua en chorro continuo co- "mo el de una fuente, elevándose hasta la altura "de 40 piés. Un vaso de agua dilatada por la ac-

(1) Biographie de James Watt.

"cion del fuego, elevaba cuarenta vasos de agua "fria. El operario que vigila la maniobra solo tiene "que manejar dos llaves; de manera que cuando "se ha vaciado uno de los recipientes, se llena de "agua fria, y el otro empieza á obrar; y así sucesi-"vamente. El fuego se sostiene en un grado cons-"tante de actividad por los cuidados del mismo "operario, quien tiene para ello todo el tiempo ne-"cesario, durante los intervalos que le deja libres "la maniobra de las llaves."

Segun Arago, el marqués de Worcester nunca ensayó su máquina, y nada justifica la reputacion que le han hecho sus compatriotas. (1)

Sir Samuel Moreland tambien es citado por los ingleses, á causa de un manuscrito de 1683, que se conserva en el British Museum; el cual tiene por título: "*Elevacion del agua por toda clase de máquinas, etc.*" En él se habla de la potencia del vapor y de la posibilidad de emplearlo como fuerza motriz; pero no se propone ningun aparato.

Hemos llegado al que si no inventó la verdadera máquina de vapor moderna, á lo menos descubrió uno de sus principios mas útiles, y construyó un aparato, que perfeccionado, ha conducido al sistema actual. *Denys Papin*, médico frances, na-

(1) Véanse las obras inglesas de Tredgold, Nicholson y Stuart, sobre las máquinas de vapor.

cido en Blois el 22 de Agosto de 1647, y desterrado de Francia cuando Luis XIV revocó el edicto de Nantes que favorecia á los protestantes, fué el primero en aplicar al vapor, el principio de la condensacion. Su aparato se halla claramente explicado en una carta que dirigió al conde de Sintzendorff que lo llamaba á Bohemia para desaguar unas minas, y se encuentra en una obra que posee la biblioteca imperial de Paris, núm. 2,620, serie V. (1) Haremos brevemente la descripcion de este aparato. Él consistia en un tubo ó cilindro vertical cerrado en la parte inferior, y dentro del cual podia moverse fácilmente, pero bien ajustado, un émbolo de metal que tenia un pequeño agujero por donde podia escaparse el aire inferior, cuando el émbolo bajaba hasta el fondo del tubo. Echando un poco de agua dentro del tubo, haciendo bajar el émbolo hasta tocar con ella, tapando bien el agujerito del aire, y poniendo el aparato sobre el fuego; el agua se convertia en vapor cuya fuerza elástica hacia subir el émbolo. Cuando este habia llegado á la parte superior del tubo, se le sujetaba por medio de una clavija; retirando entonces el fuego, el tubo se enfriaba y se condensaba el vapor; quitando en ese momento la clavi-

(1) *Recueil de diverses pièces touchant quelques nouvelles machines, par le Dr. Papin.* Imprimé à Cassel par Jacob Etienne, 1695.

ja, el émbolo impulsado por la presion atmosférica, se arrojaba hácia la parte inferior del tubo, y podia comunicar este vivo esfuerzo á cualquiera pieza de maquinaria que se ligase con él; al mango de una bomba por ejemplo. Calentando de nuevo el tubo, y dejándolo enfriar, el movimiento del émbolo y de las piezas ligadas con él, se repetia. El tubo productor del vapor tenia una válvula de seguridad, para evitar que la presion excediese la resistencia del tubo. Como se vé, Papin inventó una verdadera máquina de vapor con émbolo y condensacion, y ademas, la válvula de seguridad.

La misma carta de donde hemos extractado lo que antecede, prueba tambien que quiso aplicar su aparato á la navegacion; lo cual se encuentra confirmado en otra carta posterior dirigida á Leibnitz, que el profesor Kühlman, de la universidad de Hanover, comunicó á la academia de ciencias de Paris, en su sesion del 29 de Marzo de 1852. En ella dice Papin, que el buque de vapor que habia construido en 1707, fué destruido por los marineros del Wesser, que no quisieron que entrara en el rio.

Los admirables trabajos y escritos de todo género de este hombre extraordinario; verdadero genio universal, que no habia hecho arrasar ciudades ni derramado á torrentes la sangre de sus seme-

jantes, no impidieron que muriera en pais extranjero, abandonado de todos, y en la mas completa miseria.

Al inglés *Thomas Savary*, tocó la suerte de ver empleado útilmente por primera vez, un aparato de vapor, y la gloria de ser su inventor. En él, habia reunido la accion directa del vapor sobre el agua que debia elevarse como lo habia descubierto Salomon de Caus, y la condensacion inventada por Papin. Su descripcion existe en un folleto intitulado "*El amigo del minero, (The miner's friend)*" publicado en Lóndres en 1699. Savary que habia empezado como simple operario en las minas, fué mas tarde capitan de marina é ingeniero distinguido. (1)

Dos humildes artesanos ingleses Thomas Newcomen y Jhon Cawley, el uno herrero y el otro vidriero, lograron ver un dia funcionar el aparato de Savary, y habiendo concebido desde luego, la idea de mejorarlo, comunicaron su pensamiento á

(1) Cuéntase que la invencion de Savary se debe á la ocurrencia siguiente: Un dia que el capitan habia tomado vino en una taberna, arrojó al fuego la botella vacía, y pidió agua para lavarse las manos. No bien hubo el fuego calentado algun resto de vino que quedaria en la botella, cuando éste empezó á emitir vapor. Ocurriósele á Savary meter la boca de la botella dentro del agua en que se estaba lavando, y repentinamente, condensándose el vapor, el agua se lanzó en el interior del frasco, hasta llenarlo casi, dejando admirado á Savary, quien supo aprovecharse de un descubrimiento tan fortuito.

Robert Hooke, uno de los que mas habian atacado la invencion de Papin. Entonces, sin embargo, se la dió á conocer á nuestros artesanos, aconsejándoles que procuraran hacer súbita, la condensacion que Papin verificaba lentamente. Bastó esto para que de allí á pocos dias, Newcomen tuviese construida *en el rincon de su fragua*, como dice Mr. Figuier, una máquina de vapor en la que se descubren ya los principales elementos de la máquina moderna. Los dos asociados sacaron su patente en 1705, y en 1712 pudieron aplicarla al desagüe de una mina, no tardando su máquina en generalizarse. Ella se componia de una caldera productora del vapor, con su válvula de seguridad; un cilindro con émbolo sobre el cual obraba la fuerza elástica del vapor, efectuándose la condensacion por medio de un chorro de agua fria que se inyectaba oportunamente; y por último de un *balancin*, cuyos brazos se ligaban por medio de cadenas, uno de ellos con el émbolo, y el otro con la vara de la bomba de desagüe. Dos tubos hacian comunicar la caldera de vapor y un recipiente de agua fria con la parte inferior del cilindro; y esta comunicacion podia establecerse ó suprimirse alternativamente, abriendo ó cerrando unas llaves de que los tubos estaban provistos. La máquina tenia al principio, el grave inconveniente de nece-

sitar una persona exclusivamente dedicada á manejar las llaves, sin lo cual no hubiera podido andar. Tócale un dia hacer esta fastidiosa maniobra al niño *Enrique Potter* á la sazon que sus traviesos camaradas retozaban por allí cerca; el niño se impacienta, apodérase de unos cordeles, amárralos á las llaves y á los brazos del balancin; y escoge sus puntos de ligadura con tanto acierto, que al movimiento de sube y baja del balancin, estirándose unos cordeles y aflojándose otros alternativamente, la máquina abre y cierra las llaves por sí sola, á tiempo, y con toda perfeccion. (1) A los cordeles del jóven Potter, sustituyéronse primero, unas barras de fierro y despues otras combinaciones.

El aleman *Leupold* es citado, como uno de los inventores de las máquinas de vapor de alta presion sin condensacion; aquellas en donde el vapor á una presion muy superior á la de la atmósfera, obra sobre el émbolo, y sin ser condensado, se escapa directamente en la atmósfera. Publicó una descripcion de su aparato, en un extenso tratado de máquinas en 1724. (2)

James Watt, bien pudiera decirse, inventó de nuevo la máquina de vapor, por tantos y tan impor-

(1) Arago. *Biographie de James Watt*. Dr. Lardner, *On steam engine*.
(2) *Theatrum machinarum hydraulicarum*. Leipsick, 1724.

tantes perfeccionamientos como le hizo. Empezó por hacer en un vaso separado, la condensacion que hasta entonces se hacia en el mismo cilindro, con gran pérdida de vapor y gasto inútil de combustible, causados por el enfriamiento del cilindro; y para evitar tambien el enfriamiento ocasionado por el contacto del aire, forró el cilindro poniéndole una doble pared. Reemplazó la accion de la presion atmosférica, la única que obraba útilmente en los sistemas de Papin y Newcomen, por la del vapor, haciendo que este llegara por la parte superior del cilindro, y empujara el émbolo hácia abajo. Cambió el movimiento rectilíneo alternativo, que producia la barra del émbolo, en movimiento de rotacion continuo, adoptando el *manubrio ó cigüeñuela* propuesto por Washborough. Regularizó el movimiento, valiéndose de la rueda *volante*, indicada en 1757 por el ingeniero Keane Fitzgerald, de la Sociedad Real inglesa. Inventó algun tiempo despues, las máquinas de *doble efecto*, las mas usadas hoy dia, y en las que el vapor se introduce y obra alternativamente de uno y otro lado del émbolo. Arregló la distribucion del vapor, por medio de la *péndola cónica automotriz;* y logró economizarlo, haciendo que obrara por *expansion*, como un resorte, durante una parte de la marcha del émbolo. Inventó, por último, el *Paralelógra-*

mo articulado que lleva su nombre, y que conserva á la barra del émbolo la verticalidad perfecta en su movimiento.

Más notables todavía son los estudios que este ilustre ingeniero hizo, de todas las piezas de la máquina de vapor, y las leyes al mismo tiempo científicas y prácticas que estableció para construirlas, y que aun se siguen en nuestros dias. Con la cooperacion de su célebre y digno socio *Boulton*, formó en Soho los magníficos talleres de maquinaria, de donde han salido multitud de máquinas de toda clase.

James Watt nació en Greenock de Escocia, el 19 de Enero de 1736. Manifestó desde su niñez una inteligencia superior, y extraordinaria aficion al trabajo. Profundamente instruido, y de una habilidad sin igual para las obras mecánicas, á los 21 años era ya el ingeniero de la universidad de Glasgow, y encargado de la conservacion de su coleccion de modelos. Componiendo un modelo de la máquina de Newcomen, fué cuando concibió las mejoras que podian hacérsele, y que él mismo despues realizó. Murió el 25 de Agosto de 1819. (1)

Despues de Watt, es fácil concebir que las innovaciones se sucedieran frecuentemente; pues ya

(1) Léase su interesantísima biografía escrita por Arago. *Œuvres complètes d'Arago. Biographies, vol. III.*

solo se trataba de perfeccionar un motor muy adelantado, y cuya importancia industrial aumentaba cada dia.

Hornblower en 1781, y *Woolf* en 1804, imaginaron la máquina de dos cilindros, que permite emplear ventajosamente el vapor por expansion. En este sistema, hay un primer cilindro en el que el vapor trabaja con toda la presion; y otro mas grande adonde pasa y obra por expansion, antes de entrar al condensador. (1)

En el año de 1802, *Trewithick* y *Vivian* construyeron la primera máquina de vapor de alta presion; y en 1804, fabricaron la primera locomotiva que se haya visto sobre los ferrocarriles. Esta se ensayó, en la línea de Merthyr-Tydwil, en el principado de Gales; la carga ó peso útil que remolcaba, era solamente de 10 toneladas, y su velocidad de 8 kilómetros por hora.

No acertando á construir locomotivas de mas potencia, porque las ruedas no encontraban suficiente adherencia en el carril, *Blenkinsop* imaginó en 1811, poner en el centro de la locomotiva, una rueda dentada que se encajaba en unas muescas colocadas entre los dos carriles. *Brunton* inventó despues, adaptar á la locomotiva, una especie de piernas que ella misma arrastraba tras sí, y que

(1) Traité des machines á Vapeur, par Armengaud, *aîné*.

afirmándose en el suelo, podian servir de apoyo á las barras de los émbolos de los cilindros de vapor, y hacian avanzar la máquina, del mismo modo que en el agua se hace mover una lancha con las palancas. En 1823, *Blakett* probó que con tal que las ruedas tuviesen sobre sí bastante peso, podian, aunque fueran lisas, encontrar en los carriles lisos tambien, la adherencia suficiente.

En esos tiempos, las calderas que se usaban en las locomotivas, eran iguales ó muy parecidas á las de las máquinas fijas; con hornilla interior y una alta chimenea, para activar la combustion; no podian por consiguiente, producir sino muy poco vapor, ni remolcar trenes pesados, ni pasar de una velocidad de 8 á 10 kilómetros por hora.

El 6 de Octubre del año de 1829, época para siempre memorable en los anales de los ferrocarriles; la compañía del de Manchester á Liverpool, abrió un concurso entre todos los fabricantes de máquinas para la adopcion de la mejor locomotiva que se presentase. En esta célebre lucha, *George Stephenson* obtuvo el premio (1). Su locomotiva "The Rocket," construida en los talleres de su hijo Roberto, tenia una *caldera tubular*, inventada antes por *Seguin*, y en la cual los productos de la

(1) *Historia de las locomotivas*, por Nicholson; *Guide du mecanicien conducteur*, par Lechatellier, Flachat, Petiet et Polonçeau. Paris.

combustion antes de salir á la chimenea, atravesaban el interior de la caldera por una multitud de tubos rodeados de agua, que absorbia la mayor parte de su calórico; el fuego se mantenia muy vivo, lanzando intermitentemente dentro de la chimenea, y con gran violencia, el vapor que salia de los cilindros despues de haber obrado como fuerza motriz. "La Rocket," aunque mas ligera que sus competidoras (solo pesaba 4½ toneladas), producia mucho mayor cantidad de vapor, arrastró trenes mas pesados, y corrió con una velocidad hasta entonces increible; 25 kilómetros por hora.

Desde ese dia, la locomotiva solo ha sido perfeccionada en sus detalles; y en su fabricacion ha sido considerablemente mejorada por los ingenieros europeos: Georges Stephenson, Hackworth, Nicholas Wood, Marc Seguin, Booth, Robert Stephenson, Sharp Robert, Crampton y Engerth, distinguiéndose entre todos, *Roberto Stephenson*, digno hijo de Georges, y el mas esclarecido ingeniero que ha existido.

Georges Stephenson nació en Wylam cerca de Newcastle, en el año de 1781; era hijo de un operario, y empezó su carrera como su padre, trabajando en las minas de carbon de piedra; pero supo distinguirse por su celo, inteligencia y buena conducta, y se ganó la confianza de sus gefes, quienes lo

sacaron de la baja condicion en que se encontraba, y lo emplearon como ingeniero. Georges pudo entonces desarrollar su genio en la mecánica; inventó varios aparatos útiles; y al mismo tiempo que Sir Humphry Davy, *la lámpara de seguridad*, con la cual se alumbran los mineros, sin correr el peligro de las terribles y desastrosas explosiones, que anteriormente se producian con tanta frecuencia en el interior de las minas de carbon de piedra, cuando el gas, que en esas profundidades abunda, se encontraba en contacto con una llama. Fué el primero que empleó el fierro laminado para los carriles, y que estableció un ferrocarril de gran velocidad, el de Manchester á Liverpool. Murió en el año de 1848.

Roberto Stephenson, perfeccionó en todos sentidos la obra de su padre, cuya habilidad mecánica poseia, y ademas una profunda instruccion teórica. Su nombre jamas se olvidará donde quiera que haya ferrocarriles, y mientras subsistan los soberbios puentes "*Britannia*" y "*Victoria*" que él construyó ó proyectó. Murió en el año de 1860. La Inglaterra, digna patria de tantos hombres ilustres, colocó los restos del hijo del operario minero al lado de los de Telford, en la abadía de Westminster, panteon de sus reyes.

DESCRIPCION DE LA LOCOMOTIVA. Hablando de los carriles, dijimos que sus dimensiones debian calcularse tales que pudiesen resistir largo tiempo al tráfico que sobre ellos debia efectuarse con locomotivas y wagones de un peso determinado. Recíprocamente, para una via existente, es necesario proporcionar el peso de las locomotivas y de los wagones cargados, á la solidez de los carriles, con el objeto de que estos no se deterioren rápidamente, y que las exigencias del tráfico queden, lo mas económicamente posible, satisfechas. Unas veces se necesita correr con gran velocidad; y otras, se requiere mas que todo, mucha potencia en las locomotivas; y por eso, las hay de dos ó tres tipos distintos en la mayor parte de los ferrocarriles. Las locomotivas que se emplean en el tráfico veloz y poco pesado de pasajeros, son ligeras y pueden correr con mucha velocidad; las que se usan para el trasporte de mercancías, que pueden viajar mas lentamente, necesitan mucha potencia para arrastrar trenes que tienen que ser muy pesados; no solo por la naturaleza misma de los objetos que en ellos se trasportan, sino porque durando largo tiempo la operacion de cargarlos y arreglarlos en los wagones, y habiendo necesidad de dejar expedita la via para el tráfico mas frecuente de pasa-

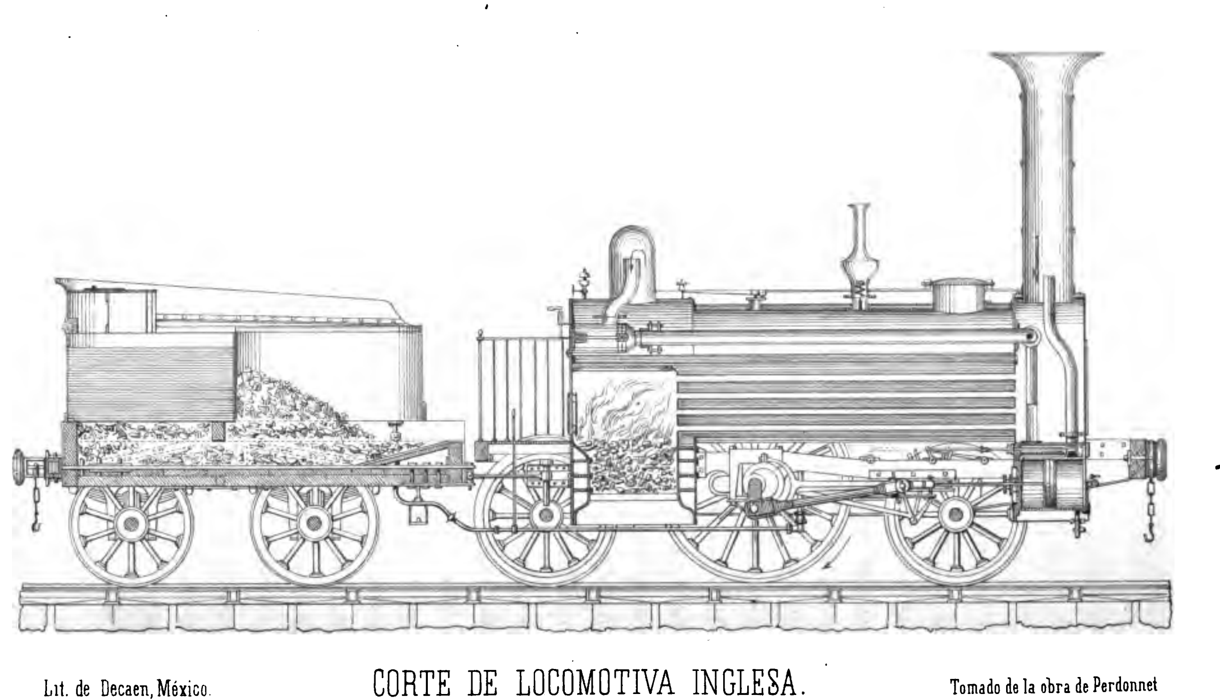
jeros, hay que reducir el número de dichos trenes, y aumentar por consiguiente su peso.

De algunos años á esta parte, se ha ido generalizando el uso de unas locomotivas que los ingleses llaman *tank-engines*, las cuales llevan consigo su provision de agua y combustible, y el aparato que ayuda á contener su marcha *(el freno ó garrote)*. Este sistema ha probado muy bien en las líneas cortas, en las grandes estaciones para las maniobras, y en los ferrocarriles que tienen tramos muy inclinados; pues entonces se necesita que las ruedas motrices tengan una adherencia considerable sobre los carriles. De Viena á Trieste, por ejemplo, se emplean para atravesar el Sœmmering las locomotivas del ingeniero Enguerth, algunas de las cuales pesan hasta 60 toneladas, y no son otra cosa sino enormes *tank-engines*. (1)

Las locomotivas mas comunmente usadas, llevan tras sí, en otro vehículo llamado *tender*, su provision de agua y combustible, y el aparato para dar garrote y contener su marcha. La locomotiva propiamente dicha, queda entonces aparte, y las diferentes piezas que la componen, pueden clasificarse en tres series principales, á saber: La caldera y sus accesorios; el mecanismo del movimiento y la armadura; las ruedas.

(1) De Viena á Trieste se encuentran pendientes de mas de 3 centí metros por metro.

Lám. VI.



Lit. de Decaen, México.

CORTE DE LOCOMOTIVA INGLESA.

Tomado de la obra de Perdonnet

I.—Caldera y sus accesorios.

La caldera, generalmente de forma cilíndrica, ocupa la parte central de la locomotiva, siendo lo que en ella abulta mas. La componen la *caja de fuego*, que se halla en la parte anterior, por donde va parado el maquinista; sigue despues la *parte tubular*, y termina la *caja de humo*.

En la caja de fuego se echa el combustible; sus paredes son dobles, de manera que la de adentro que recibe la accion directa del fuego, está completamente rodeada de agua, excepto en la parte inferior en donde se halla la *parrilla*, y en la *puerta* por donde se arroja el combustible.

La capacidad y disposicion de la caja de fuego tienen que variar segun la clase del combustible, si se quiere que la combustion se efectúe del modo mas perfecto posible, para aprovechar la mayor parte del calórico que cada combustible puede producir. La leña, por ejemplo, requiere una caja de fuego mas espaciosa que el *coke* (producto sólido de la destilacion de la *hulla* ó carbon de piedra); porque para producir la misma cantidad de calor, se necesita un volúmen mucho mas considerable de leña que de coke. La hulla produce al arder, una enorme cantidad de gases, cuyo gran poder

calorífiço quedaria sin aprovecharse, si la caja de fuego no estuviese dispuesta de tal modo, que todo el aire necesario para quemar dichos gases, pueda penetrar, y encuentre localidad en donde mezclarse perfectamente con ellos. El coke, que en su combustion produce comparativamente pocos gases, no necesita tanta capacidad en la caja de fuego.

La economía mas importante que puede hacerse en la explotacion de un ferrocarril, es la del combustible, y esta depende mucho de las buenas proporciones, y adecuada disposicion de la caja de fuego. Por tanto, cuando se tenga que pedir las locomotivas al extranjero, es necesario tener buen cuidado de especificar la clase de combustible que en ellas se ha de usar, no indicando solamente su nombre, sino tambien alguna de sus cualidades distintivas como, por ejemplo: *leña de madera dura sin resina, leña de madera resinosa, hulla grasa, hulla antracitosa, coke de hulla grasa, coke de hulla seca ó antracitosa, etc., etc.;* y si es posible, su composicion química (1).

Los productos gaseosos de la combustion, al pasar de la caja de fuego á la caja de humo, atra-

(1) Ninguna obra puede consultarse con mas provecho, sobre la construccion de las calderas, que la de Mr. A. Holley, intitulada *Railway practice. New York* 1861.

viesan el interior de la caldera por una porcion de tubos (en inglés *flues*), rodeados de agua, la cual absorbe una gran parte de su calor para trasformarse en vapor.

La *caja de humo*, está situada en la parte posterior de la caldera, ó sea el frente de la locomotiva; tiene una puerta, que está herméticamente cerrada mientras la locomotiva trabaja; y que se abre para limpiar los tubos y la chimenea, y sacar el hollin, la ceniza y las partículas de combustible que los gases arrastran y dejan en su camino.

Para evitar el incendio que podrian producir las chispas, ó pedacitos de combustible inflamado, que la fuerza del *tiraje* (la que hace subir el humo en las chimeneas) arranca de la hornilla, y que arrojaria en abundancia por la chimenea, sobre todo, cuando se usa leña; se pone una placa agujereada ó una redecilla de fierro galvanizado, que divide la caja de humo á la altura de la última hilada superior de tubos, y que ataja toda partícula sólida. Otras veces se usan con el mismo objeto, las chimeneas del sistema Klein, que aunque dan á las locomotivas esa vista desagradable que tienen las americanas del ferrocarril de México á Guadalupe, llenan completamente su objeto.

Las piezas accesorias de la caldera son las siguientes:

El *Cenicero*, caja de hierro, colocada debajo de la parrilla, para recoger las cenizas y los pedazos de combustible que de ella caen.

El *tubo de escape* del vapor en la chimenea, cuya abertura puede hacerse variar de tamaño; la *puerta del cenicero*, que puede abrirse mas ó menos, ó cerrarse del todo; el *registro* de la caja de humo, puertecita de corredera, por donde puede introducirse aire frio; y la *tapa de la chimenea;* son cuatro piezas que el maquinista por medio de varillas, cuya empuñadura tiene cerca, maneja con toda facilidad; y con las cuales, abriéndolas mas ó menos, puede avivar ó aflojar la intensidad del fuego, ó *hacerlo dormir* durante las paradas, para no gastar inútilmente el combustible.

La *toma de vapor*, es un tubo que se abre dentro de la caldera ó debajo de una *cúpula*, que con ella comunica, y que conduce el vapor hasta los cilindros. La entrada del vapor en la *toma*, se gradúa por medio de un *regulador* y éste se maneja con una *palanca* llamada *palanca del regulador*, que el maquinista tiene siempre en la mano, durante la marcha de la locomotiva.

El agua que se consume en la caldera se va reponiendo con otra que el *aparato de alimentacion* saca de la caja de agua del ténder, é inyecta dentro de la caldera, no obstante la presion conside-

rable que allí existe. El aparato mas usado hasta hace pocos años, consistia en dos bombas aspirantes y repelentes, puestas en juego por el mecanismo de la locomotiva. Un tubito que comunica con las bombas, y que se abre ó cierra por medio de una llave, sirve para dejar salir el aire que en ellas ha podido acumularse, y probar al maquinista que la bomba trabaja bien. Si al abrir la llavecita sale un chorro intermitente de agua fria, la bomba está en buen estado; si el chorro es contínuo, si viene mezclado con vapor, si es de agua caliente, ó si no sale, hay algo descompuesto en las válvulas ó en el tubo de aspiracion.

En el dia, se está generalizando el uso del inyector *Giffard*, sencillísimo aparato, que obra con mucha regularidad á la vista del maquinista, que no exige, como las bombas, una trasmision de movimiento, ni está tan expuesto á entorpecerse, con grave perjuicio de la caldera que puede quemarse por la falta de agua. Aun en las locomotivas, cuya alimentacion se hacia por el sistema antiguo, se están quitando las bombas y poniendo el inyector mencionado; operacion que se ejecuta fácilmente. Así se ha hecho ya, en una de las del ferrocarril de Guadalupe.

El inyector fué inventado en el año de 1858, su descripcion puede leerse en la obra de Mr. Ar-

mengaud aîné ya citada, ó en la de Mr. A. Holley, *Railway Practice*, pág. 181.

Una ó dos *válvulas de seguridad*, se ponen sobre la parte superior de la caldera, con el objeto de impedir que el vapor adquiera una presion superior á la que ella pueda resistir.

En Francia, las calderas tienen un sello que indica el número de atmósferas bajo cuya presion han sido probadas por la autoridad competente.

El *indicador del nivel*, es un tubo de vidrio vertical que comunica por arriba con el vapor, y por abajo con el agua de la caldera, cuyo nivel puede así ver fácilmente el maquinista. Con el mismo objeto, y para el caso de que el *indicador* llegue á romperse ú obstruirse, hay tres *llaves de prueba*, situadas convenientemente á distintas alturas.

Si por obstruccion del aparato de alimentacion, ó por olvido del maquinista, llegara á bajar demasiado el agua dentro de la caldera, ésta, como lo hemos dicho, podria quemarse en la parte que forma el cielo de la caja de fuego. Para evitarlo, se perfora en esa parte, un agujero cónico que se llena de plomo, el cual tan luego como deja de cubrirlo el agua, se derrite, y deja penetrar en la hornilla el vapor que apaga el fuego. Este pequeño cono de plomo se llama el *tapon fusible*.

El *manómetro* sirve para indicar constantemen-

te la presion que existe dentro de la caldera, y su tendencia á aumentar ó disminuir; de suerte que el maquinista puede, dirigiéndose por él, sacar el mejor partido de la fuerza disponible, ó aumentarla activando el fuego, si no la cree suficiente. El manómetro mas usado, es el de *Bourdon;* sus indicaciones las hace una aguja, sobre una carátula como de relox, que se ve sobre la caja de fuego.

Con el *pito de vapor*, se anuncia la aproximacion de la locomotiva, y el maquinista puede ordenar ciertas maniobras, ahuyentar los animales del camino, etc., etc.

El agua mas ó menos pura que se usa en las locomotivas, deja al evaporarse, un depósito de materias semilíquidas de naturaleza calcárea, que no tardaria en endurecerse, é inutilizaria la caldera, si de cuando en cuando, atendida la calidad del agua, no se le echase afuera. Para esto sirven *las llaves ó tapones de lavaje*, que se colocan ordinariamente en la parte inferior de la caja de fuego.

En fin, algunas veces se necesita que un hombre se meta dentro de la caldera, para visitar su interior y examinar el regulador. La caldera tiene para ello, una *abertura de hombre* con su cerradura *autoclave.*

Una lámpara se pone de noche delante de la

caja de humo, para indicar la presencia de la máquina.

Las máquinas americanas tienen ademas una campana.

II.—Mecanismo del movimiento y armadura.

El mecanismo del movimiento de las locomotivas es doble, á lo menos en sus piezas esenciales; de suerte que describiendo las piezas que se hallan situadas de un lado del plano vertical, que se considere pasando por el eje longitudinal de la caldera, habremos dado á conocer las que se hallan situadas del otro lado, y que funcionan de la misma manera.

El vapor que llega de la caldera, entra á una *caja de vapor* que cubre la parte plana exterior de la pared del *cilindro:* este es un cañon de hierro colado, grueso y corto, que se coloca á un lado ó debajo de la caja de humo, y algunas veces, como en las máquinas de Crampton, al costado de la caldera. En la parte plana que acabamos de mencionar, se ven tres aberturas de forma rectangular, llamadas *portas;* dos de las cuales pertenecen á unos

conductos, que formados en la pared del cilindro, comunican con sus extremidades interiores; mientras que la otra, situada en medio, corresponde á un tubo por donde el vapor, que ya ha obrado en el cilindro, debe escaparse para la chimenea.

Dentro de la *caja de vapor*, y aplicándose sobre la misma parte plana de la pared del cilindro, hay otra caja mas pequeña, *el tirador*, que tiene un movimiento de vaiven; y que al moverse cubre siempre la *porta* del centro, y alternativamente, una de las otras dos. De esta manera, el vapor contenido en la *caja de vapor*, se introduce por la *porta* descubierta, hácia una de las extremidades del cilindro; mientras que por la otra *porta*, que el tirador ha puesto en comunicacion con la del centro, el vapor procedente de la otra extremidad del cilindro, sale y se escapa para la chimenea.

Dentro del cilindro, hay un *émbolo* que cediendo á la fuerza elástica del vapor que alternativamente obra sobre él por uno y otro lado, se mueve tambien en uno y otro sentido. La longitud del cilindro, ó mas propiamente, la distancia que el émbolo recorre dentro del cilindro, al pasar de una posicion extrema á otra, se llama la *carrera ó curso del émbolo*.

El émbolo tiene una *barra* que sale del cilindro atravesando la tapa y pasando por una cajita que

se llama en inglés *Stuffing-box*, ó caja de estopa; y que en efecto está llena de estopa impregnada de aceite, y bien apretada, para no dejar que se escape el vapor del cilindro.

La punta de la barra va á introducirse en la *cruceta*, pieza de fierro que se mueve dentro de dos *correderas*, precisamente en la direccion del eje del cilindro.

El movimiento de vaiven trasmitido por la barra del émbolo, á la cruceta, se comunica de esta á otra pieza larga llamada BIELA ó *barra de conexion*, cuya cabeza agarra el *boton* de un *manubrio* que hace cuerpo con la rueda motriz, el cual al moverse, cediendo al esfuerzo trasmitido por la biela, obliga á la rueda á que dé vueltas y haga caminar la locomotiva.

El movimiento del tirador, exactamente análogo al del émbolo, se consigue por medio de un *excéntrico*, montado sobre el eje de la rueda motriz.

Aunque es muy conveniente, y debe procurarse que el vapor durante la marcha, conserve en la caldera su máximum de presion; el perfil de un ferrocarril no presenta en todo su tránsito, las mismas dificultades, ni los trenes todos tienen el mismo peso; de suerte que no necesitándose que la locomotiva ejerza constantemente una *fuerza de traccion* invariable, es importante poder aumentar ó

disminuir esa fuerza segun convenga. Esto, que entre otras ventajas, procura economía en el gasto del vapor, la cual se traduce en ahorro de combustible, se consigue por medio del mecanismo de *expansion variable*, inventado por *Robert Stephenson*, y que se llama *Colisa de Stephenson*. Con él puede hacerse que el vapor trabaje por *expansion* en el cilindro, durante una parte mas ó menos considerable de la *carrera del émbolo*.

En fin, la *palanca de cambio de marcha*, que se ve junto á la caja de fuego, sirve para cambiar el sentido de la marcha de la locomotiva, haciéndola avanzar ó retroceder en breves instantes, con la mayor facilidad; y para manejar al mismo tiempo el mecanismo de la expansion.

Creemos que lo que antecede bastará para que cualquiera, en presencia de una locomotiva, pueda formarse una idea general del mecanismo de su movimiento; cuyas multiplicadas piezas no podemos aquí enumerar ni explicar en todos sus detalles.

La caldera y principales piezas del movimiento, se apoyan y fijan en un gran *bastidor*, compuesto generalmente de dos largueros de fierro muy sólidos, y de dos atravesaños de madera ó tambien de fierro.

En cada atravesaño hay dos fuertes armellas de fierro, dentro de las cuales se introduce el ojo de la *barra de enganche ó de traccion*, por cuyo medio se une el ténder ú otro vehículo con la locomotiva. Un fuerte perno se pasa en las armellas y el ojo de la barra, y la union se consolida con unas *cadenas de seguridad.*

Con el fin de atenuar el efecto de los choques y compresiones que la locomitiva puede recibir de otra locomotiva, ó de otros vehículos que á veces se le ponen por delante, el bastidor tiene al frente dos *topes ó tampones de choque* elásticos.

Al atravesaño delantero, se fijan tambien unas barras de fierro que bajan verticalmente hasta casi tocar con el carril, y que se llaman *quitapiedras.* En los ferrocarriles que como los americanos no tienen cercas que impidan á los animales el transitar sobre ellos, las máquinas llevan por delante, fijado al *bastidor*, una especie de enrejado en forma de abanico que se llama *quitavacas.* Los nombres de estos dos agregados indican suficientemente el objeto con que se ponen.

Sobre el bastidor, se extiende delante de la caja de fuego, la *plataforma del maquinista* cubierta con un techo ligero y rodeada de un barandal como se acostumbra en Europa, ó de vidrieras como en las máquinas americanas.

III.—Ruedas.

Las ruedas de la locomotiva se dividen en dos clases: *ruedas motrices* y *ruedas portadoras*. Las primeras reciben directamente el movimiento del mecanismo; las segundas giran libremente, y solo ayudan á soportar el peso de la máquina.

En general, basta un par de ruedas motrices en una máquina; pero cuando el perfil del camino ó el peso de los trenes, exige mayor fuerza de adherencia, se pueden *acoplar* con las verdaderas ruedas motrices, por medio de *bielas de conexion*, todas ó parte de las otras ruedas, haciéndolas concurrir de ese modo, á aumentar la fuerza adherente de la máquina, que entonces puede ascender pendientes mas fuertes, y remolcar trenes mas pesados.

Pero el acoplamiento no debe emplearse sino cuando es absolutamente necesario; porque fatiga mucho la via y aun la misma máquina; y ademas, como es indispensable que todas las ruedas acopladas tengan exactamente el mismo diámetro, y soporten cuanto sea posible el mismo peso; estas dos condiciones, que es ya muy dificil llenar en la fabricacion, están sujetas á faltar con el uso,

bastando para ello, que el material de unas ruedas sea un poco mas suave ó mas duro que el de las otras, y se gaste mas prontamente.

El peso de la locomotiva debe quedar de tal manera repartido sobre las ruedas, que no fatigue ninguna de ellas demasiado, y que tampoço exista un desequilibrio que comprometa la estabilidad. Las ruedas motrices son generalmente las mas cargadas.

Hay pocas locomotivas de menos de tres pares de ruedas; las de dos, están expuestas á volcarse. El ancho invariable de la via, no permite aumentar la potencia de la máquina sin aumentar casi exclusivamente su longitud; de suerte que las mas veces, el número de ruedas depende de la potencia de la locomotiva.

Como el bastidor que soporta la locomotiva es rígido, y descansa sobre los ejes de las ruedas sin dejarles ningun juego lateral, es necesario que la distancia entre el eje de las últimas ruedas delanteras de la locomotiva, y el de las últimas de atras, esté subordinado al radio de las curvas del camino: mientras mas corto es ese radio, mas corto tambien debe ser el *entre eje* extremo. Sin embargo, á veces el tráfico requiere el uso de locomotivas de un peso y tamaño tales, que para soportarlas no bastaria el número de ruedas que

cabe en el *entre eje* extremo impuesto por las curvas del ferrocarril; entonces, se les agrega un tren delantero ó *truck* de cuatro ruedas pequeñas que puede pasar debajo de la locomotiva, girando alrededor de un eje situado debajo de la caja de humo, y que entra fácilmente en las curvas mas cerradas. Este *truck*, parecido al de dos ruedas que usan los coches ordinarios, se empleó por primera vez en las locomotivas en 1833 por Mr. Jhon Jervis. Lo tienen casi todas las máquinas americanas, y en Europa su uso se extiende cada dia mas, principalmente en el tráfico de mercancías.

Dada la presion á que puede elevarse el vapor en la caldera, la potencia de la locomotiva depende de la dimension de sus cilindros, ó del diámetro de los émbolos y de la amplitud de su carrera. A cada *golpe doble* del émbolo, (1) corresponde una revolucion entera de la rueda motriz: es claro, pues, que mientras mayor sea el diámetro de dicha rueda, mas camino avanzará la locomotiva á cada golpe doble. Luego la velocidad de la marcha, dependerá del número de golpes dobles ejecutados por el émbolo en un tiempo dado, y del diámetro de la rueda motriz.

(1) Se dice que *el émbolo ha dado un golpe simple*, cuando ha recorrido una sola vez la longitud del cilindro; en un *golpe doble*, el émbolo recorre esa longitud dos veces, la primera yendo en un sentido y la otra en sentido inverso.

En la práctica, ambos elementos están encerrados entre ciertos límites que imponen el ancho y solidez de la via férrea, y ciertas dificultades de fabricacion. De tres á cuatro metros por segundo, es la mayor velocidad que actualmente puede darse al émbolo, sin comprometer la estabilidad de la locomotiva ó desarreglar los movimientos de su mecanismo. Las ruedas muy grandes son en extremo pesadas, de muy dificil fabricacion, y exigen ademas, que la caldera se coloque demasiado alta, lo cual disminuye la estabilidad general.

Por otro lado, las ruedas muy pequeñas son menos seguras sobre el carril cuando es grande la velocidad, exigen mas golpes de émbolo, aumentan de consiguiente el número de *puntos muertos* (1) y tienen mas tendencia á patinar (2), es decir, á girar sin provecho, en el mismo lugar.

(1) Cuando el émbolo llega al fondo del cilindro, tiene necesariamente, antes de retroceder, un momento de parada, en que no va ni para adelante ni para atrás. En ese momento muy corto, el émbolo está en su *punto muerto*. Si los dos émbolos de la locomotiva llegaran al mismo tiempo al fondo de sus cilindros respectivos, es decir, á su *punto muerto*, y que el maquinista parara entonces la máquina, sucederia las mas veces que no le fuese posible ponerla de nuevo en movimiento con solo la fuerza del vapor. Para evitar este grave inconveniente, el mecanismo se dispone de tal modo, que cuando un émbolo llega á la extremidad de su carrera, el otro está á la mitad de la suya y le hace salvar el *punto muerto*. Esta disposicion del mecanismo, que estriba en la colocacion de los manubrios en ángulo recto. se llama *conjugada*.

(2) Se dice que una rueda patina, cuando no acierta á tomar bastante adherencia sobre el carril y da vueltas *locas*, sin producir ningun avance

El mayor diámetro que se ha dado á las ruedas motrices es de 2.m 74, en el Great-Western-railway de Inglaterra, cuya via tiene 2.m 10 de ancho; y el menor, de 1 metro.

Los ejes entran forzados en los cubos de las ruedas, y una *chaveta* los obliga á participar del movimiento giratorio.

El peso de la máquina, se reparte sobre unos muelles, llamados *resortes de suspension*, y formados de hojas de acero fundido sobrepuestas; tienen por objeto amortiguar los choques, y atenuar cualquier movimiento desarreglado, en el sentido vertical.

Los resortes descansan sobre las *cajas de grasa*, dentro de las cuales se mueven los ejes de las ruedas.

IV.—Ténder.

El *ténder* es el vehículo separado, en el cual se trasportan junto á la locomotiva, las provisiones de agua, combustible, aceite, grasa y otros ingredien-

de la locomotiva. Esto sucede cuando el carril se ha puesto resbaloso con el agua, el polvo, ó alguna materia grasosa, y tambien cuando el peso que carga sobre las ruedas, es menor que el que requiere el tren que se trata de remolcar.

tes que se consumen durante la marcha. Lleva ademas, una ó dos cajas de herramientas y útiles de los que pueden necesitarse para arreglar las piezas del mecanismo, ó en caso de accidente.

La capacidad del ténder depende del tiempo que debe tardarse en llegar á las estaciones donde puede renovar sus provisiones; las cuales evidentemente, nunca deben faltarle.

Al ténder se adapta generalmente el aparato ó *freno* que sirve para dar garrote y disminuir la velocidad del tren, ó pararlo completamente.

Existe una gran variedad de frenos mas ó menos eficaces; lo que en ellos debe esencialmente buscarse, es que en todas circunstancias, puedan parar el tren sin sacudimiento, en corto espacio y en breve tiempo, y que su maniobra sea fácil y segura.

Hay frenos automotores como el de Guerin, que funcionan por sí mismos; hay otros como el de la máquina de Engerth, cuya fuerza la da el vapor obrando sobre unos pequeños cilindros; otros, en fin, como el de Laignel, que en lugar de obrar sobre las ruedas para retardar ó impedir su rotacion, ejercen su accion directamente sobre los carriles. El manejo de todos estos frenos es tan sencillo, que basta verlo ejecutar una vez para comprenderlo.

Terminaremos este capítulo recordando algunas prevenciones importantes. La cantidad, clase y frecuencia del tráfico y las inclinaciones de la via, son las que norman la potencia que debe darse á las locomotivas. Debe hacerse lo posible por disminuir su peso, con el objeto no solo de evitar un rápido deterioro de la via férrea, sino para ahorrar en el costo de la fabricacion y flete de conduccion. No debe, sin embargo, reducirse el peso con detrimento de la solidez, ó de la potencia necesaria.

Ninguna máquina exige tanta perfeccion y exactitud en todas sus piezas, como la locomotiva, porque está expuesta á fuertes sacudimientos; y la velocidad con que tiene que moverse, acelera mucho el deterioro, y aumenta incalculablemente los peligros y perjuicios que pueden resultar de los accidentes causados por alguna rotura ó descomposicion. Ningun gasto ni vigilancia deben, pues, perdonarse, para que la fabricacion sea esmerada y los materiales de la mejor clase.

Al crear el material locomotor de un ferrocarril, es conveniente reducir las máquinas á un corto número de tipos diferentes. Así se podrán contratar mas ventajosamente, con solo uno ó dos fabricantes; y las piezas deterioradas de una, podrán reemplazarse por las de otra, fácilmente y sin demora. De ese modo, se hace tambien mas sencilla la con-

tabilidad, y mas seguro el manejo de los almacenes y depósitos de piezas deterioradas y de refaccion.

Las locomotivas, como dijimos al principio, se dividen, cualquiera que sea su sistema de construccion, en dos grandes clases, á saber:

Locomotivas para el tráfico de pasajeros.

Locomotivas para el tráfico de mercancías.

Las primeras, deben caminar con mucha mas velocidad que las segundas, y remolcar trenes mucho mas ligeros. Exteriormente se distinguen por el gran diámetro de sus ruedas motrices, por la esmerada construccion y pulimento de todas sus piezas, y por la especie de lujo que muchas de ellas ostentan en sus adornos y pintura.

Las locomotivas de mercancías se mueven lentamente; pero su potencia de traccion y de adherencia es muy considerable; tienen calderas muy voluminosas, ruedas pequeñas, cilindros largos y del mayor diámetro usado. Casi todas sus ruedas, excepto las del *truck* delantero, están acopladas, lo que aumenta su adherencia. El ténder que las acompaña, lleva una provision considerable de agua, combustible, grasa, etc. Como en su servicio, que en muchas líneas se hace de noche, están menos expuestas á la vista del público, carecen de toda clase de adornos, y la construccion de sus piezas no es tan esmerada como en las otras, sino en aque-

llo que puramente se requiere para la solidez y buen servicio.

Ademas de las dos grandes clases anteriores, hay en los ferrocarriles de primer órden, otras locomotivas adecuadas á las diversas exigencias del tráfico. En ellos se ven *locomotivas mixtas*, que remolcan trenes en que se trasportan á la vez, pasajeros y mercancías con una mediana velocidad; *locomotivas express* que corren con la mayor celeridad posible, sin pararse en las estaciones intermedias, y arrastran un corto número de wagones de pasajeros que pagan un pasaje muy alto.

Por último: en las grandes estaciones y en los depósitos de mercancías, se emplean unas locomotivas pequeñas, ligeras, pero que tienen mucha fuerza de traccion, para hacer con los wagones todas las maniobras que en ferrocarriles de menor importancia, se hacen á fuerza de brazos. Las *tank-engines*, de que ya hemos hablado, convienen mucho para este servicio.

En todas las estaciones, ya sea terminales ó intermedias, en que tienen que demorarse algun tiempo las locomotivas, hay un lugar á propósito en donde se paran, y al cual deben poder llegar sin encontrar ningun tropiezo: junto á ese lugar están el aparato hidráulico que sirve para surtir el ténder, un repuesto de combustible, y una tina de

agua limpia para refrescar, si es necesario, algun eje ú otra pieza que se hubiese calentado durante la marcha. Entre los carriles existe una fosa del largo de la locomotiva y de una profundidad de 80 á 100 centímetros para que el maquinista bajando á ella, pueda examinar sin dificultad, las piezas inferiores del mecanismo. Alrededor de la fosa se extiende un espacio seco, aseado y bastante ancho para que puedan hacerse cómodamente las pequeñas reparaciones, aceitar las piezas frotantes, etc.

En casi todos los ferrocarriles, ademas de los almacenes de depósito ó *cocheras* para las locomotivas que no están en movimiento, hay talleres de maquinaria, con todos los útiles y aparatos necesarios para hacer las grandes reparaciones que pueden ocurrir en el *material rodante* de la explotacion. (1) En muchas líneas de primer órden, no solo existen esos almacenes de depósito y talleres de grandes reparaciones; sino otros edificios mucho mas considerables en donde se construyen por completo, locomotivas y wagones de todas clases, y cuya extension corresponde á las exigencias del tráfico. A fines de 1861 el ferrocarril del *Est*, en Francia,

(1) En Inglaterra se llama *rolling stock*, y en Francia *matériel roulant*, al conjunto de locomotivas y wagones que se emplean en la explotacion.

empleaba 614 locomotivas, y el North-Western de Inglaterra 972!

En la misma época, todos los ferrocarriles europeos tenian en servicio activo, 16,156 locomotivas; que á razon de $ 12,500 una, deben haber costado $ 201,950,000. Las empleadas en el Reino-Unido de la Gran Bretaña (Inglaterra, Escocia é Irlanda), eran 6,156, cuyo costo habia sido de $ 76,950,000.

CAPÍTULO XII.

WAGONES DE TRASPORTE.

El nombre de *wagon*, tomado del inglés, se usa generalmente en Europa, para designar cualquiera de los vehículos que sirven en los ferrocarriles para el trasporte de personas, animales y objetos de todas clases (1). Hay, pues, *wagones de pasajeros*, *wagones de animales*, *de materiales*, *mercancías*, *combustible*, *etc.*, *etc.;* pero todos pueden dividirse en tres clases, correspondiendo las dos primeras á la division misma del tráfico, á saber: *wagones para el tráfico de pasajeros*, que son los que entran ordinariamente en la composicion de los trenes de pasajeros; *wagones para el tráfico de mercancías*, los que entran en la composicion de los trenes de mercancías; y *wagones de terraplenar*, que son los que

(1) En los Estados-Unidos se llama *cars*, (carros) á los vehículos empleados en los ferrocarriles, y *wagones* á los que se usan en los caminos ordinarios.

se emplean en la construccion y conservacion del camino.

Cualquiera que sea la clase á que pertenezca, un wagon se compone de dos partes principales: la *caja* y el *tren*. La *caja* sirve para contener y abrigar los objetos que tienen que trasportarse, y su forma y disposicion varian segun la naturaleza de esos objetos.

El tren soporta el peso de la caja y de su contenido, y contribuye á su traslacion. Su construccion es casi idéntica en todos los wagones.

En Europa, hay wagones de pasajeros de primera, segunda y tercera clase, cuya caja está dividida en tres ó cuatro partes ó cuartos. Los de primera clase están magníficamente adornados con hermosos tapices, forros de damasco de seda ó terciopelo, y ricas colgaduras en las ventanas. En cada cuarto hay asientos separados muy anchos y con excelentes cojines para cuatro ó seis personas, ventiladores que los pasajeros pueden graduar á su gusto, una lámpara en el techo con su reflector para cuando se viaja de noche, ó se pasa algun subterráneo, un tubo de vapor ó de aire caliente que corre debajo de los piés y proporciona una temperatura agradable en el invierno; y varias otras comodidades de menor importancia.

En los de segunda clase, los adornos y forros,

cuando los hay, son bastante corrientes; los asientos no están separados; el lugar que puede ocupar cada pasajero es mas reducido, y no hay alumbrado ni caloríferos.

En los de tercera, el espacio para cada pasajero es todavía mas reducido; allí no se ven ni adornos, ni cojines, ni colgaduras, ni alumbrado, ni caloríferos, ni cristales en las ventanas; pero están generalmente techados.

En los ferrocarriles americanos, la caja de los wagones de pasajeros forma, como en los de México á Guadalupe, una sola y espaciosa sala, con asientos de uno y otro lado, para cincuenta, sesenta y hasta setenta y dos personas, sin distincion de clases. Tienen un calorífero en el centro, y en una de las extremidades, un cuartito con meadero y comun. Cuando el viaje debe hacerse de noche, hay wagones especiales llamados *Sleeping-cars*, en donde puede uno acostarse con bastante comodidad, pagando un peso mas por el pasaje cada noche que pasa en ellos. En estos wagones se encuentra por la mañana, lo necesario para lavarse, asearse y tomar algun desayuno.

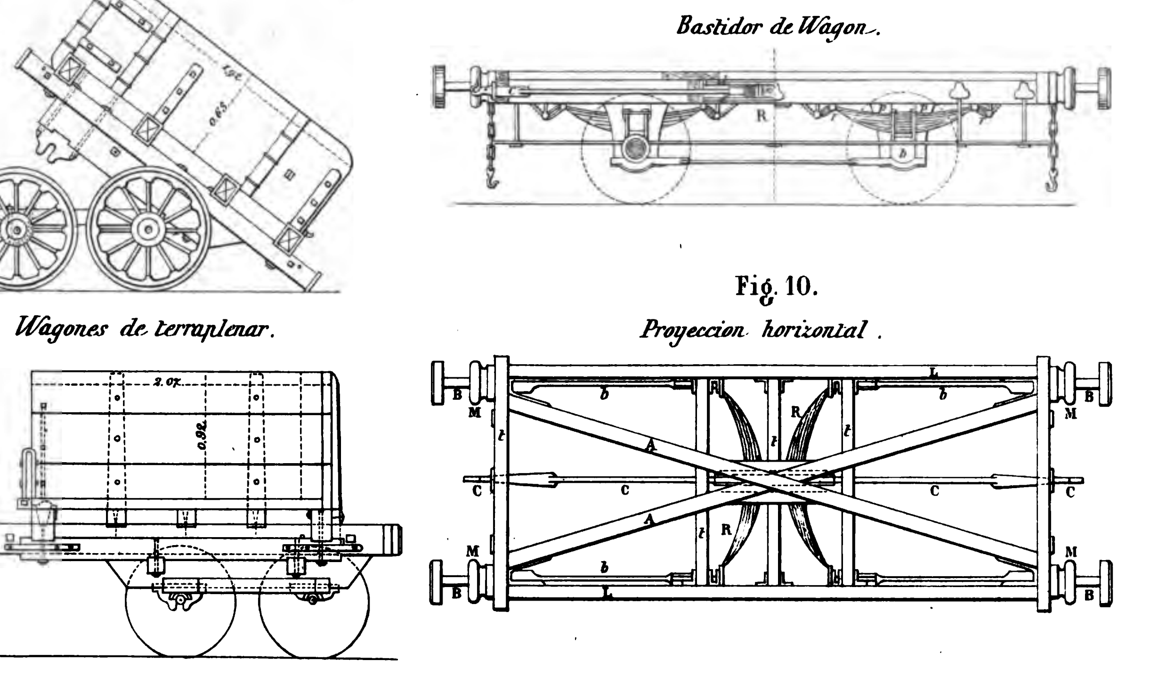
Los caballos se trasportan encerrándolos cada uno en un *cajon* ó jaula separada. El ganado vacuno viaja en partidas de quince ó veinte animales mezclados, en cada wagon. Los cerdos y carneros

se ponen en dos ó tres pisos, de modo que hay wagon en que caben ochenta y hasta cien de esos animales.

Para las mercancías, la caja unas veces, está completamente cerrada y con techo, y otras abierta y sin techo; en cuyo caso los efectos se cubren con grandes toldos impermeables é incombustibles.

El combustible y los materiales de construccion se trasportan en wagones abiertos, que muchas veces consisten en simples plataformas.

El tren de un wagon (Lám. VII, fig. 10), se compone, 1º de dos, tres ó cuatro pares de ruedas, en las que están encajados de firme los ejes respectivos; de modo que el par de ruedas y el eje forman, por decirlo así, una sola pieza, y tienen el mismo movimiento; distinguiéndose en esto, de los carruajes ordinarios, cuyas ruedas son independientes y giran libremente alrededor del eje que, relativamente á ellas, permanece inmóbil. Las ruedas se fabrican de hierro forjado, de hierro colado, de los dos metales juntos, ó de hierro y madera. Estos últimos materiales no convienen sino en donde no hay cambios repentinos de temperatura; las de hierro forjado son las mejores ruedas, pero tambien las mas caras. Las de puro hierro colado, son bastante baratas; pero por ser muy quebradizas, no deberian usarse sino en wagones



Lit. de Decaen.

Tomada de la obra de Perdonnet

que viajan con poca velocidad. Los ejes deben ser de hierro forjado, fuerte y duro, de primera calidad.

2º Sobre los ejes y generalmente fuera de las ruedas, se apoyan las *chumaceras ó coginetes* contenidas en unas cajas de fierro colado llamadas *cajas de grasa;* porque se tienen siempre llenas de alguna materia grasosa que se derrite lentamente, y que interponiéndose sin cesar entre el eje y la chumacera, disminuye el rozamiento, y retarda el deterioro de ambas piezas. Las chumaceras se hacen de bronce compuesto de 18 partes de estaño y 82 de cobre. Las dos extremidadas del eje que giran dentro de las chumaceras, deben estar muy bien torneadas, ser exactamente iguales en dimensiones, y quedar en situaciones perfectamente simétricas, respecto del centro del wagon.

3º Encima de las cajas de grasa y ligándose á ellas por unos estribos, se apoyan los *resortes de suspension,* destinados á amortiguar, en el sentido vertical, los sacudimientos y vibraciones que, debido á los defectos de la via, se producen siempre durante la marcha, y que la velocidad aumenta de un modo extraordinario. Estos resortes se fabrican de acero fundido, ó de goma elástica volcanizada (azufrada).

4º Sobre los resortes de suspension, y exten-

diéndose por encima y hasta mas allá de las ruedas, descansa el *bastidor*, ó armadura formada de varias piezas de madera y fierro, sólidamente ligadas entre sí. Unas placas de metal que hacen cuerpo con él, y que bajan verticalmente hasta montarse sobre las cajas de grasa, lo mantienen en una posicion firme é invariable, en el sentido horizontal; pero le permiten algun movimiento en el sentido vertical, dejando libre el juego de los resortes de suspension.

En los wagones europeos de cuatro ó seis ruedas, los ejes de estas soportan un solo bastidor rígido al cual están invariablemente ligados; de suerte que dichos ejes tienen que conservar forzosamente entre sí, su posicion paralela, cualesquiera que sean los radios de las diferentes curvas del camino; esto obliga, lo mismo que en las locomotivas, á no ampliar demasiado el *entre eje* de las ruedas extremas; y limita por consiguiente, el largo y la capacidad de los wagones. En los americanos, que son casi todos de ocho ruedas, el gran bastidor sobre el cual está armada la caja, es independiente de las ruedas, y tiene inferiormente, cerca de sus extremidades, dos espigones cilíndricos ó muñones, por los cuales descansa sobre dos truckes, en todo semejantes á los de las locomotivas americanas. Así sostenido, el wagon puede ser tan largo como

lo permita la solidez de la caja, y circula con facilidad en curvas de muy corto radio.

En los wagones europeos, las extremidades del bastidor están armadas hácia afuera, de dos *topes ó tampones* salientes, situados hácia los ángulos, á igual distancia de la línea céntrica longitudinal, y de manera, que los de un wagon corresponden y pueden apoyarse contra los del siguiente. Los topes de una extremidad, cuando menos, son elásticos, ó no ejercen su accion directamente sobre la armadura del bastidor, sino contra unos resortes horizontales, llamados *resortes de choque*, y cuyo objeto es, amortiguar los golpes de unos wagones con otros, cuando varía la velocidad de la marcha, al pararse la locomotiva, ó en caso de accidente.

Un wagon europeo se liga con el siguiente, por medio de *un tendedor* compuesto de dos fuertes eslabones unidos por un tornillo: un eslabon hace cuerpo con la cabeza de una barra de fierro, *la barra de traccion*, que se introduce en el bastidor de uno de los wagones, y obra sobre un resorte llamado *resorte de traccion;* el otro eslabon, se prende á un gancho que tiene el wagon siguiente; hecho esto, se le da vueltas al tornillo, para acercar los dos wagones hasta conseguir que sus topes se toquen. Ligando de este modo todos los vehículos del convoy, se atenúan en gran parte los cho-

ques y vibraciones en sentido horizontal, á que los wagones de esta clase están mas expuestos que los americanos.

En los ferrocarriles europeos, cierto número de wagones solamente, lleva freno ó garrote; en los americanos cada wagon tiene sus garrotes, que el *brakeman* (garrotero), aprieta ó afloja segun las órdenes que el maquinista le trasmite por medio del pito de la locomotiva.

Los wagones americanos tienen mejor movimiento sobre el carril que los europeos; y si en lugar de los resortes de goma elástica que generalmente se les ponen, se usaran resortes de acero, serian del todo preferibles. Es cierto que su peso es mas considerable; pero en suma, como está repartido sobre mayor número de ruedas, daña menos el carril que los otros, ventaja de suma importancia. El tamaño exagerado que suele darse á los wagones americanos, para que puedan contener, algunos, hasta setenta y dos pasajeros, les hace perder gran parte de sus buenas cualidades; y no hay persona inteligente, que reflexionando un poco, no se convenza de que tal sistema es perjudicial, antieconómico, y expone á graves peligros, sin proporcionar ninguna compensacion. En efecto, los wagones muy grandes no pueden ser tan sólidos como los de regular tamaño; porque exigi-

rian un aumento de peso considerable, por el mucho mayor escantillon que habria que dar á todas sus piezas principales; y aun relativamente débiles, como de facto, los grandes se construyen por lo comun, fatigan demasiado la via, y se maniobran dificilmente en las estaciones. Ademas, como solo tienen dos aberturas para la entrada y salida de tantos pasajeros, esta operacion es de ordinario lenta y bromosa, y en caso de accidente, en extremo incómoda; sobre todo cuando hay mujeres y niños. Si un descarrilamiento, la ruptura de algun eje, ó el encuentro con otro tren, viene á producir un choque violento, los wagones grandes llevando mas fuerte impulso, pueden hacer mayores las desgracias y los perjuicios; estando ellos mismos, mas expuestos á romperse que los chicos. Por todas estas obvias razones, Mr. Jervis, que ha adquirido una larga experiencia en la direccion de varios ferrocarriles americanos, sostiene que es absurdo, bajo todos aspectos, construir wagones de pasajeros que puedan contener mas de cuarenta personas; y que la longitud de los de carga no debe pasar de 6 á 7 metros, para que el peso que cada rueda ejerza sobre el carril nunca pase de una y media tonelada.

Para el trasporte de efectos de extraordinario peso ó volúmen, si este debe ocurrir con frecuen-

cia, vale mas, tener wagones especiales que solo hagan parte de algun tren cuando sea necesario, que construir todos los wagones de las mismas exageradas dimensiones; pues eso seria imponerse la obligacion de remolcar constantemente, el exceso de peso muerto ó inútil que estaria en los wagones, cuya carga no correspondiese á su tamaño.

La reduccion del peso muerto, y el aumento del peso útil remolcado en los trenes, es el resultado económico que deben afanarse por conseguir todos los que manejan un ferrocarril. Una parte de ese peso muerto, lo constituye el wagon vacío; luego si conseguimos por ejemplo, que la relacion de su propio peso, que es el peso muerto, con el de los efectos ó personas que trasporta, y que es el peso útil, se reduzca; habremos logrado aprovechar aquella parte de la potencia de la máquina que, sin esa reduccion, se hubiera gastado estérilmente; y por consiguiente, el trasporte habrá costado menos.

" En toda empresa de trasportes, cualesquiera " que sean el motor, el vehículo, el campo de tras- " porte y el servicio humano que requieren; de " cualquiera manera y en cualquiera proporcion que " intervengan en la operacion estos diversos ele- " mentos; cualesquiera que sean la masa traspor-

"tada y la velocidad; el peso muerto es el que "cuesta, y el peso útil lo único que produce.... La "perfeccion del trasporte seria que el peso muer- "to fuese nulo; pero como esto es imposible, la "operacion fluctúa perpetuamente entre dos tér- "minos opuestos, y la regla debe ser: Reduccion "incesante y la mayor posible del peso muerto; "aumento continuo y el mayor posible del peso "útil." (1)

En la lámina VII pueden verse dos modelos de wagones de terraplenar, que no necesitan explicacion.

(1) Proudhon. *Des réformes à opérer dans l'exploitation des chemins de fer.* (Paris 1855.) Página 161 y siguientes.

CAPÍTULO XIII.

CONSERVACION Y VIGILANCIA.

Los ferrocarriles mejor construidos, no pueden explotarse por mucho tiempo con la economía y seguridad que se necesita para que sean productivos; si luego que principia el tráfico, no se atiende eficazmente á su conservacion. En efecto, ademas de los gravísimos daños que de improviso puede causar algun accidente, y del constante menoscabo que en el trascurso del tiempo sufren, como cuantas cosas existen; hay en estos caminos otras causas de desarreglo y destruccion, que tienen á la naturaleza misma de los materiales que se emplean para construirlos, á las máquinas y vehículos que se usan en su explotacion, y á la gran velocidad que esta última requiere.

El peso de los trenes y las vibraciones que su rápida marcha produce, activan en los terraplenes la tendencia natural de su propia masa á *asentarse*,

volviendo las tierras á tomar en mas ó menos tiempo, segun su clase, aquella concentracion ó compacidad que tenian antes de ser empleadas, ó pasando á adquirir otra mayor, por hallarse sometidas á mas fuerte compresion. Las aguas, infiltrándose, contribuyen tambien á acelerar ese movimiento de contraccion que desde luego se nota; porque la via pierde su nivelacion y se tuerce, y se alzan y desprenden del resto de la masa los bordes de los taludes revestidos que no tienen ningun peso encima.

Aunque al construir los terraplenes se haya tenido la buena precaucion de darles un exceso de altura con el objeto de compensar la que deben perder al asentarse, no por eso se logra evitar del todo la desnivelacion y torcimiento de los carriles; para esto, seria necesario que las obras bajasen por igual, lo cual es imposible; porque la naturaleza de las tierras, la altura y la inclinacion pueden variar de un punto á otro; porque la velocidad que tanto aumenta el efecto del peso de los trenes y las vibraciones, tambien cambia por momentos; y que, por último, la cantidad de agua que cae en un tiempo dado, la exposicion al sol y al viento, y las circunstancias de humedad y sequedad tampoco son iguales en toda la extension de los terraplenes,

Las mismas causas pueden hacer que en las cor-

taduras, los taludes se deslaven, derrumben ó deslicen, y que las tierras, piedras ú otros cuerpos que de ellos se desprendan, vayan á llenar el foso que los separa de la via y lleguen á obstruirla; pudiendo esto suceder, aunque se hayan tomado las debidas precauciones para evitar los derrumbamientos en grandes masas.

Tambien la superestructura está ella misma sujeta á graves deterioros, independientemente de los que pueden causarle los de las obras de substruccion. Algunos durmientes pueden rajarse, quebrarse ó podrirse prontamente, y dejar el carril sin el correspondiente apoyo, ya sea porque el bálast no tenga un espesor conveniente y uniforme, ó porque el material de que se compone no posea la misma dureza, ó no esté tan bien apretado debajo de todos ellos; ya sea por defectos interiores de la madera que hayan pasado desapercibidos. Cuando se usan silletas de fierro colado, algunas pueden quebrarse, aflojársèles los clavos que las afirman á los durmientes ó zafárseles las cuñas que sirven para asegurar el carril; y cuando se emplea el carril americano, las cabezas de las grapas suelen romperse, quedando vacilante el carril en uno y otro caso. Si un carril se dobla, ya sea por las causas anteriores, ya sea por mala calidad del fierro; los trenes, al pasar sobre él, adquieren inevitablemente un mo-

vimiento irregular *de culebreo* que se conserva largo trecho; produce choques y rebotes que maltratan las locomotivas y los wagones, tuercen otros carriles, y pueden llegar hasta romper alguno de ellos ú ocasionar un descarrilamiento.

Si los defectos de construccion ó los deterioros de la via maltratan tanto el material rodante, los que éste tiene de por sí ó experimenta, no influyen menos desastrosamente sobre aquella. Son, por ejemplo, en extremo perjudiciales los que residen en las ruedas, tales como: la desigualdad de diámetros en las motrices de una locomotiva, ó en las que pertenecen á un mismo bastidor; su falta de redondez, ya provenga de que hayan sido mal torneadas, ya lo ocasione la mala calidad del metal que se corroe irregularmente con el uso; el desgaste prematuro y excesivo de su circunferencia, que hace tocar el cordon saliente contra las silletas, contra los durmientes ó contra la base de los carriles; la falta de paralelismo entre las ruedas que están montadas sobre el mismo eje, ó entre los ejes que están invariablemente ligados á un mismo bastidor rígido.

En las numerosas piezas que componen el mecanismo de una locomotiva, pueden residir ciertos defectos desde el principio, ó nacer con el uso; contribuyendo todos á desarreglar su movimiento y

acelerar el deterioro, con gran detrimento suyo y de la via. (1)

Aunque no hemos hecho mas que indicar muy por encima las causas de deterioro y destruccion que existen en los ferrocarriles, basta lo dicho para que se comprenda la importancia de su conservacion, y el constante esmero que ella exige, sobre todo en los primeros años de su explotacion; pues pasados estos, cuando las tierras han acabado su asiento, los taludes tomado su declinacion definitiva, y que la vegetacion ha cubierto y afirmado su superficie, entonces la superestructura es casi lo único que exige cuidados asiduos.

El entretenimiento y conservacion de la via y del material rodante de la explotacion, se encomiendan generalmente por separado, á ingenieros especiales cuya autoridad acatan todos los que se emplean en esos dos distintos ramos. Ellos son los únicos

(1) Las locomotivas y los wagones toman un movimiento de *culebreo*, cuando hay demasiado juego en los collares de los ejes, ó entre wagon y wagon; cuando los carriles están muy separados, que las ruedas han perdido su conicidad, ó que se les ha gastado mucho el cordon saliente.

Las locomotivas ó wagones que están mal asentados sobre sus resortes de suspension, ó cuyas ruedas no son iguales, se alzan de derecha á izquierda, como lo hacen los buques en la mar, y toman el movimiento de *balance*.

Por último, si las locomotivas ó wagones tienen su carga mal repartida sobre las ruedas, ó sus resortes mal arreglados, toman un movimiento de *galope*, parecido al de un caballo al galope, que se levanta alternativamente de adelante y de atrás.

responsables del buen servicio de sus departamentos respectivos, y solo reciben órdenes del ingeniero en gefe.

El ingeniero de la via tiene á su disposicion varias cuadrillas de operarios, compuestas de veinte ó treinta hombres con un sobrestante, que distribuye en distancias de seis ú ocho leguas, á cuya conservacion cada cuadrilla debe dedicarse exclusivamente; salvo el caso de que juzgándolo conveniente el ingeniero, algunas de ellas acudan juntas á un solo punto del camino en que se necesite hacer grandes y urgentes reparaciones.

Estas cuadrillas restablecen la nivelacion de la via, alzando los terraplenes en los parajes en que ha habido hundimientos; enderezan los carriles torcidos, reponen las silletas rotas, los durmientes quebrados ó podridos, y los clavos ó grapas inutilizados; completan el bálast, calzando de nuevo los durmientes; desensolvan los fosos y desobstruyen los caños de desagüe; arreglan los revestimientos de los taludes, tienen cuidado de las plantaciones, componen las cercas que resguardan el camino del tránsito de los animales ó de las personas extrañas al servicio de la via; y hacen, en fin, cuantas reparaciones puedan necesitarse para la comodidad y seguridad del tránsito de los trenes y para la conservacion de las obras en buen estado. Con

este objeto, las cuadrillas están provistas de todos los útiles é instrumentos necesarios, y encuentran siempre á su disposicion en la estacion mas próxima, ó en ciertos y determinados lugares de depósito, los durmientes y otros materiales, los wagones de terraplenar y las bestias ó máquinas á propósito para remolcarlos hasta el lugar en donde se han de usar. Las horas de trabajo se combinan con las del tránsito de los trenes, de modo que las reparaciones se hagan con suma prontitud, y no causen ninguna interrupcion en la marcha de dichos trenes.

Cada cuadrilla lleva consigo los medios para hacer oportunamente á los maquinistas las señales convenidas, que les indiquen el estado de la via y la necesidad de disminuir la velocidad, ó de parar completamente las locomotivas, para evitar los accidentes.

Ademas de estas cuadrillas, hay en los ferrocarriles bien organizados, guardas diurnos y guardas nocturnos, que nunca abandonan la via en las horas que les señala el reglamento; y que recorriéndola despues que ha pasado algun tren, aprietan las cuñas, afirman los clavos ó las grapas, quitan los estorbos, limpian los caños, recogen para entregarlas, las pequeñas piezas desprendidas de la maquinaria ó de los wagones, y los objetos que hubiesen podido

caerse de los trenes; y avisan prontamente al gefe de cuadrilla mas inmediato de cualquier deterioro, que por su gravedad, ellos por sí mismos no pueden en el acto remediar. Tambien estos guardas tienen los medios de hacer las señales convenidas, y á ellos está encomendada la policía de la via.

Otros guardas están exclusivamente encargados de abrir y cerrar las barreras de los *pasos á nivel* que se hacen para que las personas, los vehículos ordinarios y los animales, puedan pasar sobre la via en los lugares en que el ferrocarril cruza otros caminos.

Estos *pasos á nivel* deben reducirse al menor número posible; porque por mucho cuidado que se tenga en que permanezcan limpios, y en abrir y cerrar las barreras oportunamente, son una amenaza constante de accidentes. En Inglaterra, en lugar de pasos á nivel, se prefiere hacer de una vez el gasto de un puente ó viaducto, de manera que el tránsito quede siempre expedito por encima ó por debajo del ferrocarril, sin estorbo para éste.

En las estaciones, hay otros guardas encargados del manejo de *las agujas*, con las cuales se les da entrada á los trenes, hácia alguna de las vias que los conducen, ya sea al desembarcadero, ya sea á los almacenes, ó á cualquiera otro lugar que convenga para el servicio. En las mismas estaciones hay

mesas ó *plataformas giratorias* para cambiar el sentido de la marcha de los wagones ó las locomotivas, haciéndoles tomar la direccion que se quiere.

La conservacion y manejo de todos estos aparatos, de los puentes, viaductos, etc., etc., están cometidos al ingeniero de la via, que es el único responsable ante el ingeniero en gefe. Algunas veces se le encomienda tambien la conservacion de todos los edificios de las estaciones.

Al tratar en el primer capítulo de las operaciones preliminares al estudio de un ferrocarril, hablamos en general de las condiciones á que el trazo debe sujetarse, para que la explotacion pueda efectuarse segura y económicamente; tratando ahora de lo que importa á la buena conservacion de la via, y del material de explotacion, no creemos que esté por demas, agregar algunos detalles sobre dichas condiciones.

Al fijar el perfil longitudinal del camino, siempre debe evitarse que á una rampa siga inmediatamente una pendiente, con el fin de precaverse contra un descarrilamiento: en efecto, cuando á una rampa sigue una pendiente, los vehículos en el punto de union se encuentran sometidos á velocidades distintas. Los de la cabeza del tren que empiezan á subir la rampa, se mueven lentamente porque encuentran mas dificultad para avanzar,

teniendo la locomotiva que hacer grandes esfuerzos; mientras que los wagones de la cola, hallándose todavía sobre la rampa, bajan con gran velocidad cargándose violentamente sobre los de en medio. Cogidos estos, entre dos porciones que relativamente tienen movimientos casi opuestos, pueden ser levantados en peso y sacados fuera del carril. Para evitar tan peligrosa emergencia, conviene dejar entre la rampa y la pendiente, un trecho de via á nivel, de una longitud, cuando menos, igual á la del tren mas largo que tenga que recorrer la línea del ferrocarril.

Cuando pueda escogerse entre hacer una pendiente corta, aunque algo fuerte, y una muy larga, aunque no tan inclinada, lo mejor es adoptar la primera, que las locomotoras podrán salvar fácilmente, tomando para ello el impulso conveniente con la debida anticipacion; mientras que en las pendientes demasiado largas, por poca que sea su inclinacion, es muy difícil conservar al vapor de la caldera durante todo el tiempo que dura la ascension, la presion necesaria para poder efectuarla sin pararse.

En las curvas, el carril exterior debe ponerse mas alto que el interior para contrarestar los efectos de la fuerza centrífuga, que constantemente tiende á arrojar los trenes hácia fuera.

La via principal que transitan los trenes en las estaciones intermedias, debe estar libre de todo embarazo, puentes volantes, cruzamientos de otras líneas, y plataformas giratorias que pueden desarreglarse, producen sacudimientos desagradables y perjudiciales al material rodante, y ocasionan á veces accidentes. Las agujas que sirven para los cambios de via, se disponen generalmente de manera, que los trenes solo puedan entrar á ellas, reculando.

En donde hay necesidad absoluta de establecer un *paso á nivel*, las rampas de ascenso y descenso que de él se desprenden hácia el camino ordinario, deben tener una inclinacion bastante suave y un piso muy firme, para que el tránsito de los carruajes sea fácil y violento; de manera que dure muy poco tiempo la ocupacion de la via, y se evite un accidente, ó una demora en la marcha de los trenes.

Los trenes en la proximidad de las estaciones deben encontrar la via algo pendiente, para que con la ayuda de la gravedad, puedan pararse sin esfuerzo. Por el contrario, la via de salida debe estar en rampa para que los trenes puedan lanzarse y tomar impulso fácilmente; tampoco debe esta tener ninguna curva de corto radio, porque las locomotivas se encuentran sin haber podido desarrollar todavía la fuerza motriz necesaria para salvarlas.

En las estaciones, las vias deben quedar á nivel para facilitar las maniobras en uno y otro sentido.

La responsabilidad y la direccion del servicio de la locomocion y de la conservacion del material rodante, las tiene á su cargo un ingeniero que se intitula: *Gefe del movimiento general* ó de la *traccion*. Sus atribuciones son las mas delicadas é importantes de un ferrocarril. Bajo sus órdenes están el gefe de los talleres de construccion y reparacion, los gefes de depósito, y cuantos se emplean en la locomocion. Este ingeniero recibe las locomotivas, las examina cuidadosamente y las declara aptas para el servicio, ó las devuelve á los talleres; las reparte en los diferentes depósitos de la línea; redacta las órdenes del servicio para los maquinistas, y arregla su turno, corrige sus faltas, y propone al ingeniero en gefe los que merecen ser premiados. Ejerce una continua vigilancia en todos los ramos del servicio, asegurándose que todo marcha con la mas estricta regularidad; que las máquinas están en buen estado; que los depósitos y cocheras de las locomotivas, se encuentran bien atendidos, en órden todo su material, y en corriente y exacta su contabilidad. Cuando hay demora en la marcha de algun tren, se informa de la causa que la ha motivado, se dirige inmediatamente al lugar de los accidentes, hace las averiguaciones necesarias, y

toma en el acto cuantas disposiciones el caso requiera.

Cuando la línea es demasiado extensa, el gefe de la traccion divide sus atribuciones entre cierto número de ingenieros, á cada uno de los cuales señala la parte que ha de vigilar, y que se llaman *inspectores*. Estos dependen exclusivamente de él, y él solo reconoce la autoridad del ingeniero en gefe.

Para el servicio de los talleres y depósitos, de los maquinistas y demas personas empleadas en la explotacion de los ferrocarriles, existen reglamentos especiales que fijan clara y terminantemente, los deberes y obligaciones de cada uno; los cuales deben cumplirse con excesivo rigor, porque en ello se interesa la seguridad y economía del servicio, y el crédito de la compañía.

En el Apéndice damos el Reglamento general de explotacion que rige en los ferrocarriles prusianos, desde el año de 1859; y un extracto del cuaderno de obligaciones (cahier des charges), de una compañía francesa.

FIN.

APÉNDICE.

APÉNDICE.

DOCUMENTOS RELATIVOS AL FERROCARRIL DE VERACRUZ AL PACÍFICO.

I.

DECRETO DE CONCESION DEL PRIVILEGIO.

"*EL C. BENITO JUAREZ, etc., etc.*

Art. 1º D. Antonio Escandon tiene privilegio exclusivo para la construccion y explotacion de un camino de fierro, desde el puerto de Veracruz en el golfo mexicano, hasta Acapulco ó cualquier otro punto que elija del mar Pacífico, sin que pueda impedir la del camino particular de la capital del Estado de Guanajuato á la del de Querétaro, segun el decreto de 1º de Junio de 1857. Como por los trabajos preliminares que se han practicado, consta que en la parte comprendida entre México y Veracruz, es practicable el establecimiento de un camino de fierro, en todo este tramo, ésta será la via: pero respecto de la parte que ha de enlazar México con el puerto del Pacífico, en los tramos en que, á juicio de los ingenieros que al efecto nombre el Gobierno, sea impracticable el establecimiento de ferrocarril,

ó de tal manera costoso que los productos probables no correspondan á la inversion que exija, se formarán carreteras bajo un sistema reconocido como de buena construccion, y de la longitud absolutamente necesaria, y en este caso quedan expeditos para establecer un ferrocarril, los que lo soliciten, en esos puntos.

Art. 2º D. Antonio Escandon podrá aprovechar los lagos y rios que se encuentren sobre la línea, para establecer su sistema de comunicacion, poniendo en ellos vapores ó botes tirados por caballos, ó cualquiera otro medio de trasporte que se considere mas adecuado. Esta concesion se entiende sin perjuicio de las que para navegacion se hubiesen concedido antes del dia 2 de Agosto de 1855, y estén en su valor y fuerza, el dia en que el citado D. Antonio Escandon haga uso de las franquicias que le otorga este artículo.

Art. 3º El curso del camino en toda su extension, será el que el reconocimiento que se practique de los terrenos, designe como mas á propósito, procurando que toque en las grandes poblaciones, y que atraviese los distritos de mayor importancia para la agricultura y minería. Como segun el reconocimiento practicado y el trazo propuesto y aprobado ya, el tramo de México á Veracruz no pasa por Puebla, es obligatorio para la empresa comunicar esta última ciudad con la capital de la República por medio de un ramal, entendiéndose lo mismo respecto á las demas poblaciones principales, como Querétaro y Guadalajara, en el caso que el trazo que se adopte para el tramo de camino correspondiente no pase por ellas.

Art. 4º D. Antonio Escandon tendrá facultad para establecer ramales del mismo camino, en un radio de veinticinco leguas por cada uno de los lados de la línea principal, presentando previamente al Gobierno en cada caso, el proyecto respectivo para su aprobacion: no se entiende por esto privilegiado desde ahora para construir dichos ramales, excepto aquellos que, se-

gun el artículo anterior, sean necesarios, y que por lo mismo son obligatorios para la empresa.

Art. 5º Los terrenos necesarios para la construccion del camino, de las oficinas, almacenes, talleres y habitaciones, siendo propiedad de la nacion, se entregarán á D. Antonio Escandon, libres de toda retribucion y en propiedad perpetua. Respecto de los terrenos pertenecientes á las municipalidades ó á los Estados, se le adjudicarán con arreglo á la ley de expropiacion por causa de utilidad pública: el valor de dichos terrenos, tasado por dos peritos, uno por parte de la empresa y otro por parte del propietario, y un tercero en caso de discordia, será pagado en acciones del tramo de ferrocarril correspondiente. Por lo que toca á los terrenos de los particulares, la empresa podrá ocuparlos conforme á la misma ley de expropiacion por causa de utilidad pública, sirviendo de base para los avalúos, lo que la finca paga por contribucion de tres al millar: el valor se pagará en dinero efectivo.

Art. 6º Los materiales de construccion de procedencia nacional ó extranjera, enseres y demas que sea necesario para la construccion y uso del camino, lo mismo que toda especie de carruajes, trenes y sus accesorios, las máquinas, herramientas, casas, oficinas, talleres, estaciones, carbon de piedra, bestias, sus aparejos y guarniciones, serán libres, por el término de treinta años, contados desde esta fecha, de toda clase de derechos, alcabalas, contribuciones, peajes é impuestos decretados hasta hoy ó que en adelante se decretaren por cualquiera autoridad de la República, sea cual fuere la clase, denominacion ó destino de dichos impuestos. El camino mismo no podrá ser gravado con ningun género de impuesto, contribucion, ni arbitrio, durante el espacio de cincuenta años, que empezarán á correr para cada tramo desde el dia en que se ponga al uso público.

Art. 7º La cantidad de dinero que por las exenciones con-

cedidas en el artículo anterior, puede la empresa del ferrocarril exportar libre de derechos, nunca excederá del valor que segun los presupuestos, que se presentarán al Gobierno, tuviesen los objetos que deban traerse del extranjero. Tambien podrá la empresa del camino, por espacio de veinticinco años, exportar libre de todo derecho, hasta la suma de quinientos sesenta mil pesos anuales, para pagos de réditos y amortizacion de capitales que contrate fuera del pais.

Art. 8º Los directores, maestros, empleados y dependientes de los escritorios y estaciones del ferrocarril, así como los trabajadores que en él se empleen, estarán exentos de toda clase de servicio militar, de toda capitacion y de cargos concejiles durante el tiempo que sirvan en el camino, menos en el caso de guerra extranjera.

Art. 9º Las minas, criaderos de carbon de piedra y de sal, aguas, fósiles y demas materiales subterráneos explotables que se encontraren en las obras y excavaciones que se hagan en la línea del camino ó sus ramales, serán de plena propiedad del dueño del camino, sujetándose éste, en todo, á las reglas prescritas en la Ordenanza de Minería, y sin interrumpir la continuacion del mismo camino, ni causar perjuicio á terceras personas.

Art. 10. Antes de que se emprendan nuevas obras en el camino, ya sean por cuenta del actual propietario del privilegio, ya por la de alguna compañía que al efecto forme; se levantarán planos de los tramos ó líneas que deban ponerse en via de construccion, y se someterán á la aprobacion del Gobierno.

Art. 11. Luego que se vayan concluyendo los tramos del camino, el propietario del privilegio fijará la tarifa de precios que han de cobrarse por la conduccion de pasajeros, efectos, ganados y demas, dando el debido conocimiento al Supremo Gobierno, para los fines consiguientes.

Art. 12. D. Antonio Escandon tiene facultad de comenzar,

seguir y hacer por su cuenta las obras del camino, hipotecando los tramos que construyere, con tal que no sea á algun Gobierno extranjero; mas en ningun caso puede hipotecar el privilegio mismo, sin previo consentimiento del Supremo Gobierno de la República. Igualmente tiene facultad de formar en cualquier punto de Europa ó América, una ó mas compañías, para llevar á cabo la obra; de dividir el capital social en acciones de la cantidad que le convenga; y de hipotecar, ceder ó enajenar libremente las mismas acciones, que podrán ser al portador. Perteneciendo estas acciones á una empresa nacional, los derechos que de ellas nazcan, nunca se ventilarán ni decidirán, sino conforme á las leyes mexicanas y ante los tribunales de la República, con exclusion de toda intervencion extraña. Dichas acciones se estimarán un título de propiedad como cualquiera otro, que se puede ceder, vender, legar, donar, prestar ó hipotecar, segun las leyes vigentes, y con las gracias y exenciones que expresa este contrato.

Art. 13. Los reos que fueren condenados á obras públicas en los Estados por donde pase el camino, se destinarán á éste, sin perjuicio de lo que exige el servicio de las poblaciones, segun el reglamento especial que se forme, de acuerdo con el Ministerio de Fomento.

Art. 14. Todos los terrenos que legalmente adquiera la empresa del camino por cesion ó compra, los edificios, almacenes, estaciones, máquinas, herramientas, materiales y demas objetos que constituyan el camino, así como sus ramales y pertenencias, serán propiedad perpetua de los accionistas, pudiendo usar de ella en los mismos términos y bajo las mismas condiciones que se acostumbran respecto de cualquiera otra propiedad. Aun cuando por las causas que mas adelante se especificarán, caduque el privilegio general, la empresa del camino conservará la propiedad y uso de todos sus valores, y del tramo de ferrocarril que hubiese ya construido.

Art. 15. Habiendo importado 690,776.$ el valúo que del tramo de ferrocarril llamado de San Juan, á la salida de Veracruz hizo el perito elegido al efecto por el Gobierno, y teniendo entregados por precio de él, D. Antonio Escandon, 750.000.$ desde el año de 1857, queda el indicado tramo en absoluta y exclusiva propiedad de la empresa del camino de fierro de Veracruz al Pacífico, conforme al contrato de venta que en el citado año se ajustó y consumó entre el Gobierno y el mismo D. Antonio Escandon. La dicha propiedad se le ha trasmitido con calidad de libre de todo censo, gravámen é hipoteca anterior á la celebracion de la venta, y le será saneada en todo tiempo por la administracion pública, la cual lo mantendrá en el quieto y pacífico goce de lo que le vendió, contestando, satisfaciendo y arreglando cualquiera pretension que en contra de este pacto se formalice.

Art. 16. D. Antonio Escandon se compromete solemnemente á que dentro del plazo de cinco años, estará en uso para el público la parte de la ruta general, y el ramal de ferrocarril necesario para unir la capital de la República con la del Estado de Puebla, sin suspender por esto los trabajos del camino ya comenzado de Veracruz para el interior. Si faltare á estas estipulaciones incurrirá en una multa de trescientos mil pesos fuertes, cuyo pago garantizará á satisfaccion del Ministerio de Fomento, antes de pasar quince dias de expedido el presente decreto.

Art. 17. Estando ya aprobada la ruta que debe seguir el ferrocarril de México á Veracruz, se fijará la que ha de llevar el camino de la primera ciudad hasta las costas del Pacífico, despues que esté concluido el tramo de que habla el artículo precedente.

Art. 18. Para auxiliar el Supremo Gobierno las obras á que se refiere el art. 16, está creado un nuevo fondo consolidado de la deuda pública, del valor de ocho millones de pesos mexica-

nos, representados en bonos con la denominacion de "Bonos de la construccion del camino de fierro de Veracruz á México." Este fondo gana rédito de un cinco por ciento anual, y el capital será pagado en el espacio de veinticinco años, destinándose anualmente la cantidad constante de quinientos sesenta mil pesos para el pago de réditos y amortizacion del capital; de modo que de la anualidad se tomará en primer lugar la suma bastante para el pago de los réditos del capital que se adeude, y el resto se aplicará por amortizacion de los ocho millones.

Art. 19. El Supremo Gobierno se compromete solemnemente á que el pago de dicho rédito de cinco por ciento, y la amortizacion correspondiente del capital, se harán siempre leal y cumplidamente, sin sujetar jamas ni uno ni otro de estos pagos á ninguna suspension, reducción ó cualquiera otra alteracion que se decrete ó convenga respecto de la deuda nacional. Y para hacer desde luego cierta y efectiva esta estipulacion, aplica y apropia por el término necesario, lo que produzca el veinte por ciento que en las aduanas marítimas se cobra, conforme á la ordenanza de 21 de Enero de 1856, con destino á mejoras materiales, y que forma parte de los fondos del Ministerio de Fomento. Mas si esto no alcanzare para pagar íntegros los réditos, y hacer la amortizacion convenida de capital; se tomará de las demas rentas públicas lo que fuere necesario para llenar ambos objetos, pues en todo caso es obligacion de la República, que el rédito establecido se pague exactamente, y que se haga sin falta cada año la amortizacion estipulada del capital del fondo.

Art. 20. Para asegurar mas el cumplimiento de lo establecido en el precedente artículo, el derecho de veinte por ciento de mejoras materiales, será representado en lo sucesivo por un papel público, el cual será emitido por el Ministerio de Fomento, conforme á un reglamento que expedirá el mismo. Y ningun importador podrá en adelante satisfacer el derecho de me-

joras en numerario ni en ninguna otra especie que no sea el indicado papel, pena de quedar sujeto á segunda paga. Esta será de doble cantidad de la que el derecho importe, exhibiéndose la mitad en el papel de mejoras, para que la disposicion de la ley quede en todo caso cumplida, y la otra mitad en dinero, aplicable segun las reglas de la pauta de comisos, á los denunciantes y aprehensores.

Art. 21. El Ministerio de Fomento entregará á la empresa del camino de fierro, el papel que ahora emite, en la cantidad que se estime suficiente, y la empresa tendrá obligacion de mantener siempre en los puertos y en la ciudad de México, competente surtido de él, para que el comercio pueda adquirirlo con la oportunidad debida. En ningun caso podrá la empresa venderlo á mayor precio que el de su valor representativo, bajo la pena de devolver al comprador el exceso, y de pagar el triple como multa en favor del erario.

Art. 22. Los administradores de las aduanas marítimas y fronterizas, remitirán directamente al Ministerio de Fomento en cada correo, el papel de mejoras que se les haya presentado en pago de derechos; y por este dato el Ministerio liquidará con la empresa cada seis meses, la cuenta de réditos y la de amortizacion del capital de los ocho millones, siendo obligacion de la empresa entregar en el acto, en dinero efectivo, todo lo que sobre, despues de cubiertos los doscientos ochenta mil pesos que, como mitad de los quinientos sesenta mil asignados para ambos objetos, corresponden á un semestre. Ademas, para que el Ministerio no carezca de toda entrada desde un semestre á otro, la empresa queda obligada á ministrarle mensualmente la cantidad de veinte mil pesos á buena cuenta de lo que alcance para fin del semestre; entendiéndose esta obligacion de la empresa, siempre que el papel de mejoras sea efectivamente recibido en las aduanas de los puertos.

Art. 23. Ademas de la multa á que se refiere el art. 16, per-

derá el Sr. Escandon, en el caso que el mismo artículo trata, el privilegio y el fondo especial que para el pago de réditos y desamortizacion de los ocho millones de pesos de los nuevos bonos del camino de fierro, se ha consignado en el art. 18.

Art. 24. D. Antonio Escandon comenzará dentro de dos meses, cuando mas tarde, la construccion del tramo de que habla el art. 16. Es obligacion suya mantener, durante los ocho meses de la estacion de secas, en cada año, un número de operarios que no baje de cuatrocientas personas, y en el de aguas el necesario para las obras de conservacion y reparacion.

Art. 25. Concluido que sea el expresado tramo, se fijarán por mutuo acuerdo entre el Supremo Gobierno y la empresa, los plazos, modo y términos en que han de ejecutarse los demas tramos, atendiendo á la longitud, costo é importancia de cada uno. En el caso de que despues de dos meses, no puedan convenirse, ocurrirán al medio establecido en el art. 42 de este decreto, para los casos de diferencia.

Art. 26. Las obligaciones que contrae la empresa del camino de fierro, se suspenderán si sobreviene fuerza mayor ó caso fortuito que le ponga embarazo. Tambien se suspenderán, si no obstante lo estipulado en los artículos 18 y siguientes, dejare de percibir lo que allí se asigna para el pago de capital y réditos del nuevo fondo consolidado; entendiéndose la suspension de las obligaciones de la empresa, por solo el tiempo que dure el embarazo, ó que no se haga el pago de réditos y amortizacion de la deuda. En este último caso quedan á salvo los derechos de la empresa, para que se le indemnicen los daños y perjuicios que se le originen.

Art. 27. Tendrá tambien la empresa, la facultad de organizar el servicio interior de las líneas y su resguardo, el cual gozará de las mismas consideraciones que los resguardos de las rentas nacionales. Por último, la empresa puede establecer para el servicio del ferrocarril y el uso de los que por él viajen,

un telégrafo propio. El Gobierno se compromete á no conceder ningun privilegio que pueda servir de obstáculo para esto.

Art. 28. El Supremo Gobierno no se considera socio de la Compañía por el veinte por ciento que el art. 28 del decreto de 31 de Agosto de 1857 le concede, sino que lo renuncia, destinando ese producto á la amortizacion del capital de los ocho millones, y tan luego como ésta concluya, lo cede á la misma Compañía.

Art. 29. Disfrutará el Gobierno la baja de la mitad de los precios que por tarifa se fijen al público, en la conduccion de los trenes, municiones y tropas que caminen de un punto á otro de la línea. Pero para evitar los abusos que en esta parte pudieran cometerse, queda solemnemente estipulado que en cada caso de marcha de tropas, ó conduccion de trenes ó municiones, deberá librarse órden especial y determinada del Ministerio de Fomento, para los directores de la línea.

Art. 30. Cuando el camino de fierro atraviese algun camino público ó algun canal al mismo nivel, se construirán por la empresa barreras movibles, que cerradas á tiempo por el guarda encargado de ellas, corten la comunicacion para impedir las desgracias que pudieran sobrevenir cuando pase el tren. Pero cuando esto suceda á diferentes alturas, el ferrocarril podrá pasar por encima ó debajo de la carretera, haciendo la empresa por su cuenta los puentes, socavones y demas obras de arte necesarias á la comodidad y seguridad de los transeuntes.

Art. 31. El Supremo Gobierno de la nacion, los gobiernos de los Estados y las autoridades locales, impartirán á la empresa, sin necesidad de órden ni requerimiento de los superiores, todo género de proteccion y auxilio, en cuanto dependa de su autoridad, sin perjuicio de tercero.

Art. 32. Los que robaren rieles, dañaren el camino, ó lo interrumpieren de alguna manera, podrán ser aprehendidos por el resguardo de la empresa y entregados al juez respectivo,

teniendo este delito las mismas penas que las leyes señalan á los que roban en despoblado y con asalto.

Art. 33. El privilegio que hoy posee D. Antonio Escandon caduca: primero, por enajenarlo, cederlo ó hipotecarlo en todo ó parte, á un gobierno extranjero: segundo, por hipotecar el privilegio mismo á cualquier individuo ó corporacion, sin previo consentimiento del Supremo Gobierno; y tercero, por no cumplir con las obligaciones que le imponen los artículos 16 y 24 de este decreto. Pero esto no embaraza la emision y venta de acciones conforme al art. 12, ni el que puedan hipotecarse los trozos de camino que se vayan construyendo, con el fin de procurarse fondos para llevar adelante la empresa.

Art. 34. La caducidad por las dos primeras causas á que se refiere el artículo anterior, no solo producirá la pérdida del privilegio, sino que traerá consigo las penas á que se refieren los artículos 16 y 23.

Art. 35. En el puerto de Veracruz tiene la empresa facultad: primero, de construir dentro de la ciudad almacenes á lo largo de la muralla, la cual puede variar, previa la aprobacion de la obra por el Ministerio de la Guerra: segundo, de construir un muelle para descargar la maquinaria, cuyo plano se aprobará por el Ministerio de Fomento: tercero, de hacer entrar una locomotora de servicio dentro de la ciudad, tomando todas las precauciones necesarias para evitar un incendio. La empresa será responsable por los perjuicios que este remotísimo accidente pudiere causar.

Art. 36. Quedan rescindidas por mutuo consentimiento las obligaciones que, por los artículos 36 y 37 del citado decreto de 31 de Agosto de 1857, contrajeron el Gobierno y D. Antonio Escandon, relativas á la construccion de una penitenciaría y una casa de inválidos en esta capital; y en consecuencia, el Ministerio de Fomento hará chancelar la escritura de fianza que se le otorgó en ejecucion del citado artículo 37.

Art. 37. D. Antonio Escandon renuncia al derecho de exigir indemnizacion por los perjuicios que le han resultado de no haberse cumplido exactamente las estipulaciones á que se obligó el Supremo Gobierno, en el decreto de 31 de Agosto de 1857. Pero esta renuncia tiene lugar únicamente respecto de los daños causados hasta la fecha de hoy, no respecto de los que se causen en adelante.

Art. 38. La empresa se da por recibida de todos los réditos vencidos hasta fin de Febrero del presente año, en compensacion de que se le liberta de la obligacion que se le impuso por el artículo 36 del citado decreto; y se da por resarcida de los perjuicios que la guerra le ocasionó, con las cantidades que recibió de los productos de la mitad del veinte por ciento de mejoras materiales, y del sobrante del fondo de Minería. En consecuencia, se cortarán los cupones que representan aquel valor, y se entregarán en la Tesorería general ó al representante de la República en Paris ó en Lóndres, dentro de seis meses. En cuanto á los cuatro millones de pesos, completo de los ocho millones de los títulos de la actual deuda interior que D. Antonio Escandon tiene que enterar en la Tesorería, lo verificará dentro de los cinco años que ha de durar la construccion del tramo del camino entre México y Puebla: estos títulos no ganarán rédito alguno contra la nacion, sino hasta el 31 de Agosto de 1857.

Art. 39. La suspension de los trabajos del camino sin causa justa, trae consigo la suspension de pagos, tanto de réditos como de desamortizacion por parte del Gobierno.

Art. 40. Siendo la mira principal que el Gobierno se ha propuesto en las modificaciones hechas al privilegio original, el expeditar y fomentar la construccion del camino de fierro, y hacer que esta obra, de tan grande interes nacional, se ponga efectivamente en actividad, supuesto que por estas modificaciones el concesionario queda obligado á tener en cinco años

construido el tramo mas importante de la línea, cual es el de la capital con la ciudad de Puebla, que tiene una distancia, atravesando los Llanos de Apam, de cuarenta y cuatro leguas, en lugar de las treinta á que solo estaba obligado por su contrato de 31 de Agosto de 1857; á fin de que de una vez quede abierta la suscricion al público de las acciones que deben formar la compañía anónima, que con arreglo á la cláusula doce tiene el concesionario facultad de levantar, el Supremo Gobierno suspende por cinco años el derecho adicional de amortizacion de la deuda pública que se cobra en las aduanas marítimas, conforme al art. 11 de las ordenanzas vigentes, y en su lugar, segun el decreto (que se publicará por el Ministerio de Hacienda), en vez de pagarse con bonos de la deuda pública la cuarta parte del monto de los derechos de importacion, quedará reducido el expresado derecho adicional, á un quince por ciento de los citados de importacion, que se pagará precisamente en acciones de las que se emitan por la Compañía entre México y Puebla, y por la que en seguida se forme entre Veracruz y Orizava. Las acciones que por esta suscricion pertenezcan al erario, se destinarán, una mitad á dotar establecimientos de instruccion pública y de beneficencia, y la otra mitad aplicables sus productos al mejoramiento de los puertos marítimos, sus muelles, faros, etc.

Art. 41. Por último, el Supremo Gobierno concede como un premio á la empresa, la mitad de los terrenos baldíos que se han reservado en los contratos de apeo y deslinde, celebrados respecto á Sonora con los Sres. Juan B. Jecker y Compañía, para que la empresa pueda dar los terrenos que le convenga á los trabajadores nacionales y extranjeros que quieran colonizarlos: los títulos de estos terrenos se entregarán á D. Antonio Escandon el mismo dia que los trenes en uso para él público, hagan el primer viaje de la capital á Puebla por el tramo de ferrocarril que debe unir á ambas ciudades. La empresa

reglamentará las concesiones que haga á los trabajadores, sometiendo á la previa aprobacion del Gobierno, los reglamentos á que ellas deben sujetarse: para que la traslacion de dominio quede plenamente atestada, se extenderá una escritura solemne.

Art. 42. En el caso de que se suscite alguna duda en la ejecucion ó interpretacion del presente contrato, será decidida por árbitros arbitradores y amigables componedores, uno nombrado por el Supremo Gobierno y otro por la empresa. Dichos árbitros, antes de empezar á conocer, nombrarán un tercero para el caso de discordia. Contra la sentencia de los árbitros y del tercero, no habrá apelacion ni recurso alguno.

Por tanto, mando se imprime, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento. Dado en el palacio nacional de México, á 5 de Abril de 1861.—*Benito Juarez.*—Al Ciudadano Ignacio Ramirez, Ministro de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio."

II.

"*EL C. BENITO JUAREZ, etc., etc.*

Art. 1º Se suspende por espacio de cinco años el derecho adicional de amortizacion de la deuda pública interior que se causa en las aduanas marítimas y fronterizas de la República, en virtud del art. 11 de la ordenanza general de ellas, fecha 31 de Enero de 1856.

Art. 2º En lugar del 25 por 100 del monto de los derechos de importacion, que conforme al citado art. 11 de la ordenanza de aduanas marítimas y fronterizas, se satisface actualmente en bonos de la deuda interior en la Tesorería General de la

República, se pagarán precisa y exclusivamente en acciones de las que emita la empresa del camino de fierro para la construccion de los tramos de éste, de México á Puebla y de Veracruz á Orizava, durante los cinco años expresados, el 15 por 100 del importe de los referidos derechos de importacion.

Art. 3º Por el 15 por 100 de que habla el artículo anterior, recibirán los administradores de las aduanas marítimas, libranzas á su favor, que endosarán al de la Tesorería General, giradas por los causantes, con expresion de los cargamentos y buques de que procedan, á cargo de personas de esta capital y á cinco dias vista; en cuyo término enterarán éstas, las acciones del camino en dicha Tesorería General, la cual cuidará de que se verifique oportunamente el entero de ellas.

Art. 4º Estando destinado por mitad en el citado artículo 40 del decreto de 5 del corriente, el producto de las acciones del camino que por el 15 por 100 pertenezcan al erario, á dotar establecimientos de instruccion y beneficencia pública, y al mejoramiento de los puertos por la construccion de muelles, faros y otras obras de esa clase, la Tesorería General llevará cuenta separada del referido 15 por 100, distinguiendo lo que corresponda por su respectiva mitad á cada una de las dos expresadas consignaciones, y subdividiendo la mitad correspondiente á los puertos, de modo que conste siempre lo que de ella toque á cada uno de estos por la parte del referido derecho que en él se hubiere causado.

Art. 5º La Tesorería pasará mensualmente al Ministerio de Fomento, las acciones que hubiere recibido, acompañándolas con una nota de la aplicacion que tenga el importe de ellas, segun lo prevenido en el precedente artículo.

Art. 6º Mediante la consignacion que se ha hecho del producto de las acciones de que se trata, una vez que estén en explotacion los dos tramos de la línea de Veracruz que quedan expresados, dichas acciones son *inenajenables*, y se guar-

darán cuidadosamente en el Ministerio de Fomento, para entregarlas á su tiempo á quienes en virtud de ellas deban percibir los dividendos respectivos de los productos de ambos tramos del ferrocarril.

Art. 7º Los cinco años de la suspension del derecho de amortizacion de la deuda interior de que trata el artículo 1º del presente decreto, y de la duracion del 15 por 100 de que habla el artículo 2º, comenzarán á contarse para los puertos del Golfo Mexicano, á los dos meses de la fecha, y á los cuatro para los puertos del Pacífico.

Por tanto, mando se imprima, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento. Dado en el Palacio Federal de México, á 8 de Abril de 1861.—*Benito Juarez.*—Al ciudadano Francisco P. Gochicoa, oficial mayor encargado del despacho de hacienda y crédito público."

III.

CARTA DE ASOCIACION

y estatutos de la Compañía anónima del ferrocarril de México á Puebla, creada conforme al art. 12 del decreto de 31 de Agosto de 1857.

D. Antonio Escandon, propietario del privilegio concedido por decreto de 31 de Agosto de 1857, para la construccion y explotacion de un ferrocarril desde Veracruz al mar Pacífico, ratificado y enmendado en 5 de Abril de 1861, poniendo en uso la facultad que le da el art. 12 del citado decreto, de formar en cualquier punto de Europa ó América una ó mas compañías para llevar á cabo la obra, se ha unido con las personas que suscriben, vecinos de esta ciudad, para establecer una primera sociedad anónima con el objeto de construir y explotar el pri-

mer tramo de dicho ferrocarril, que ha de correr desde esta capital hasta Puebla, pasando por los Llanos de Apam. Y habiendo ajustado y convenido las estipulaciones de la indicada sociedad, y los Estatutos por que ha de gobernarse, han resuelto consignarlo todo en la presente carta de asociacion, en los términos que explican los títulos siguientes:

TITULO I.

OBJETO DE LA COMPAÑÍA, SU DENOMINACION Y DOMICILIO LEGAL.

Art. 1º Los abajo firmados establecen una compañía anónima, de la que serán miembros ellos como fundadores, y todos los que en adelante sean propietarios de las acciones que van á emitirse conforme á los presentes estatutos.

Art. 2º El objeto único y exclusivo de esta compañía es la formacion, conservacion y explotacion de un camino de fierro desde la ciudad de México á la de Puebla, pasando por los Llanos de Apam, conforme á los planos aprobados por el Gobierno de la República. En ningun caso puede interesarse ni tomar parte en ningun otro negocio, sea el que fuere.

Art. 3º La sociedad se denomina "Compañía del ferrocarril de México á Puebla."

Art 4º Su domicilio legal es la ciudad de México, y en ella residirá la Direccion general.

Art. 5º La sociedad se tendrá por definitivamente erigida, y se dará principio á los trabajos de construccion, luego que por venta de acciones se hayan reunido suscritores en una suma por lo menos de tres millones de pesos.

TITULO II.

DE LAS CONCESIONES Y CONTRATOS.

Art. 6º El concesionario del privilegio, D. Antonio Escandon, pasa á esta compañía:

I. Los derechos que ha obtenido del Gobierno de la República por el decreto de 31 de Agosto de 1857 y las modificaciones hechas en él, por el de 5 de Abril de 1861 en la parte correspondiente al tramo que corre de México á Puebla:

II. La tercera parte de la porcion de tierras baldías que á él se aplique, conforme al art. 41 del decreto de 5 de Abril de 1861, deduciéndose previamente de dicha tercera parte los terrenos que conforme al mismo artículo se destinen á los trabajadores:

III. El contrato que celebró con D. Manuel Escandon el dia 16 de Abril de 1860, por el cual se obliga este segundo bajo las estipulaciones allí contenidas, á construir el repetido tramo, edificar sus estaciones, talleres etc., y surtirlo de las máquinas y trenes necesarios para ponerlo en estado de explotacion.

Art. 7º D. Manuel Escandon, que suscribe tambien esta carta, ratifica para con la Compañía el expresado convenio, y se obliga á cumplirlo bien y fielmente segun su tenor.

Art. 8º La Compañía toma sobre sí las obligaciones que con D. Manuel Escandon contrajo en el propio convenio el concesionario del privilegio, al cual queda subrogada para este objeto. Tambien queda subrogada á él, en las obligaciones que por el decreto de 31 de Agosto de 1857, y el de 5 de Abril de 1861 tiene contraidas con el Gobierno de la República, pero solo en lo relativo á la construccion y explotacion del tramo que corre de México á Puebla.

TITULO III.

DEL FONDO SOCIAL Y LAS ACCIONES.

Art. 9º El fondo social de esta Compañía se fija en cinco millones de pesos, representados en cincuenta mil acciones de á cien pesos cada una, y emitidas de manera que puedan nego-

ciarse dentro y fuera de la República, conforme á un reglamento que formará el consejo de administracion de la Compañía.

Art. 10. Solo por acuerdo de la junta general de accionistas. tomado conforme á los presentes Estatutos, puede aumentarse este fondo social, si la utilidad de la Compañía lo exigiere, á juicio de la misma junta, y en el modo y términos que ella acuerde.

Art. 11. Cada accion da derecho á una parte proporcional en la propiedad del camino y demas bienes que tenga la Compañía, así como á la participacion de pérdidas y utilidades.

Art. 12. La obligacion pecuniaria de cada socio se reduce á exhibir en sus plazos el valor de las acciones que posea. Exhibido éste, no queda responsable de cosa alguna.

Art. 13. La adquisicion de una accion, sea cual fuere el título porque se adquiera, importa la aceptacion de los presentes Estatutos, los cuales ligan igualmente y sin distincion á cuantos tengan acciones ahora y en cualquier tiempo.

Art. 14. Los herederos, donatarios, cesionarios, compradores, rematantes ó adjudicatarios de cualquier accion, no tienen otro derecho respecto de la sociedad, que el mismo que tenia el antiguo dueño de la accion, al cual se entiende que se subrogan en los derechos y en las obligaciones, con total sujecion á los presentes Estatutos.

Art. 15. Cada accion es indivisible, y por parte de la sociedad no se reconoce mas que un representante legal de ella. Si llegare á pertenecer una accion á dos ó mas individuos, estarán obligados á constituir un representante comun; y mientras no lo hagan, no tendrán voz ni voto en la Compañía, ni derecho á percibir nada de ella.

Art. 16. El valor de cada accion será exhibido por cuartas partes, de á veinticinco pesos cada una. La primera cuarta parte se entregará al suscribirse cada accionista, y las otras tres en plazo de uno, dos y tres años, contados desde la fecha

de la primera entrega. Los pagos se harán precisamente en moneda de plata ú oro, con exclusion de cualquiera otra especie, aun cuando se promulgue ley que ordene su forzosa admision. El consejo administrativo de la Compañía tiene facultad de abrir suscricion en los puntos que dentro ó fuera de la República juzgue á propósito para este objeto.

Art. 17. Por cada una de las cuatro exhibiciones que haga el suscritor de una accion, se le expedirá un recibo en forma con referencia á la accion que haya tomado. Al hacerse la cuarta entrega, se recogerán los recibos de las tres anteriores, y se dará al suscritor el título definitivo de la accion.

Art. 18. Todo suscritor está obligado á pagar con exactitud á sus plazos las cuatro exhibiciones que forman el importe de la suscricion. Los que no lo hagan, quedan sujetos á las disposiciones siguientes:

El consejo de administracion de la Compañía publicará por espacio de veinte dias, en los periódicos de los lugares donde tenga establecidas sus agencias, avisos en que se expresen (sin mencionarse los nombres de los propietarios) los números de las acciones, cuyas cuotas no se hayan pagado; y excitará á los tenedores á que dentro de ese término ocurran á las oficinas de la Compañía á hacer sus enteros.

Tres dias despues de cumplidos los veinte, el consejo de administracion procederá por sí, en el lugar de sus reuniones, á vender en licitacion pública las acciones cuyos dueños, sin embargo de los avisos publicados, no hayan verificado el pago.

Si de la venta resultare alguna cantidad sobrante, cubiertos que sean los plazos insolutos y los gastos que se hayan originado, se entregará ese sobrante al suscritor de la accion; mas si faltare alguna cantidad, el consejo de administracion demandará judicialmente al suscritor, hasta obtener el cobro de todo lo que resulte restando.

Art. 19 Verificada la venta de que trata el artículo anterior,

se entregará al que hubiere sido rematante en ella; un recibo formal con referencia al número de la accion enajenada, el cual recibo le servirá de constancia de tener hechas las entregas que hasta allí estuvieren vencidas por la misma accion. El recibo ó recibos que antes de eso se hayan dado al suscritor original por las precedentes entregas, quedan en aquel acto nulos y sin valor alguno, como si nunca hubieran existido, sean cuales fueren las manos en que se encuentren; y por razon de ellos nada puede en adelante pretenderse de la Compañía.

Art. 20. La entrega del recibo provisional al rematante de una accion, conforme al artículo anterior, tendrá lugar siempre que el remate se verifique por falta de la segunda ó tercera entrega. En ese caso el rematante queda obligado á hacer la exhibicion ó exhibiciones siguientes, en la misma forma que lo estaba el suscritor original, á quien se sustituye en los derechos y obligaciones.

Art. 21. Mas si el remate se hiciere por falta de la cuarta y última exhibicion, se expedirá desde luego al rematante el título definitivo de la accion, y no quedará obligado á mas exhibicion ulterior.

TITULO IV.

DE LAS OBLIGACIONES, Ó SEAN IMPOSICIONES SOBRE EL FERROCARRIL.

Art. 22. A mas de las acciones que representan los cinco millones del fondo social, é independientemente de ellas, se emitirán obligaciones sobre el ferrocarril, con hipoteca de él, por la suma de tres millones de pesos, para redimirse en el espacio de veinte años, y con abonos anuales de un cinco por ciento del capital.

Art. 23. Los veinte años para la redencion del capital de dichas obligaciones, comienzan á correr desde el dia que el camino esté en uso.

Art. 24. Las mismas obligaciones ganarán desde luego en favor de las personas que las tomaren, un rédito de siete por ciento al año, libre de todo impuesto y contribucion. Dicho rédito será pagado por D. Manuel Escandon, conforme al contrato mencionado en los artículos 6º y 7º, durante el tiempo de la construccion del camino; y por la Compañía, luego que se le entregue construido.

Art. 25. De los productos líquidos del ferrocarril, luego que esté en uso, se separará cada año antes de todo otro acto, la suma necesaria para cubrir el expresado rédito y amortizar el cinco por ciento del capital de las obligaciones.

Art. 26. Cada una de estas representará la suma de cien pesos, y se expedirá por ella un título. La disposicion del art. 15, relativa á las acciones, es extensiva á las obligaciones.

Art. 27. Los tenedores de estas no son miembros de la Compañía, sino acreedores del ferrocarril por el capital y réditos que representan. En consecuencia, no tienen en ella voz ni voto, ni participan de sus pérdidas y utilidades.

TITULO V.

DEL CONSEJO DE ADMINISTRACION.

Art. 28. Los negocios de la Compañía se administrarán por un consejo compuesto ahora de seis de los socios, de los cuales cuatro á lo menos serán vecinos de la capital.

Art. 29. El primer consejo de administracion lo forman los siguientes socios fundadores:

Presidente.—D. Gregorio de Mier y Terán.
Vicepresidente.—D. Mariano Riva Palacio.
Vocal primero.—D. Antonio Escandon.
„ segundo.—D. Teodoro Labadie.
„ tercero.—D. Pedro Escudero y Echanove.
„ cuarto.—D. Basilio Candás.

Art. 30. Este primer consejo durará en su encargo cinco años, contados desde el dia en que la sociedad se tenga por definitivamente erigida conforme al artículo 5º de los presentes Estatutos.

Art. 31. Sus atribuciones son las siguientes:

I. Expedir á los suscritores de acciones los recibos, y á su tiempo los títulos definitivos que explica el artículo 17:

II. Expedir los títulos de obligaciones mencionados en el 26:

III. Recibir é invertir conforme á estos Estatutos el producto de la venta de acciones:

IV. Verificar en su caso la venta de acciones, segun se previene en los artículos 18, 19, 20 y 21:

V. Representar el cuerpo de la sociedad y llevar la voz por ella con pleno poder, y sin necesidad de otro título que los presentes Estatutos, ante el Supremo Gobierno de la nacion, ante todas las demas autoridades, sean de la clase ó gerarquía que fueren, y ante todas las compañías y particulares dentro ó fuera de la República, con quienes la Compañía tenga relaciones:

VI. Formar los reglamentos que exija el manejo económico de la Direccion y de las otras oficinas que juzgue necesario establecer, señalando el lugar donde han de situarse, el órden y calidad de sus trabajos, las personas que han de desempeñarlos, y la remuneracion que por ello han de percibir.

Art. 32. Si antes de espirar los cinco años señalados en el artículo 30, el contratista de la construccion del camino lo entregare concluido y listo para la explotacion, este primer consejo lo administrará hasta que se completen los dichos cinco años, bajo las reglas que van á explicarse en los artículos siguientes, las cuales son comunes á todos los consejos que se sucedan despues de comenzada la explotacion mientras dura la compañía.

Art. 33. El consejo se compondrá entonces de nueve miem bros, de los cuales los dos tercios á lo menos han de residir en México, donde tiene su domicilio legal la Compañía.

Art. 34. Los miembros del consejo serán electos en junta general de accionistas, y por voto de la mayoría absoluta de los socios concurrentes.

Art. 35. El consejo se renovará por terceras partes cada dos años, saliendo en los primeros bienios los electos en últimos lugares, y cuando el consejo esté ya renovado en totalidad, los mas antiguos.

Art. 36. Cada dos años el consejo elegirá de entre sus miembros un presidente y un vicepresidente, que lo serán del consejo mismo y de toda la sociedad.

Art. 37. Para ser electo miembro del consejo de administracion, se necesita ser dueño de cincuenta acciones, que conservará el que resulte nombrado, por todo el tiempo de su encargo, sin poderlas enajenar, ni empeñar. Al efecto se mantendrán depositadas en la secretaría del consejo, durante todo el tiempo de su servicio.

Art. 38. Si alguno de los miembros del consejo llegare á estado de falencia, y entraren en concurso las acciones que tenga en la Compañía, cesará desde luego en el encargo.

Art. 39. A mas de los nueve miembros propietarios del consejo, habrá seis suplentes, con las mismas calidades que ellos, y elegidos cada bienio por la junta general de accionistas. Estos suplentes entrarán por el órden de su nombramiento á reemplazar á los propietarios que falten por causa de muerte, enfermedad, ausencia, quiebra, ó cualquier otro impedimento físico ó moral.

Art. 40. El consejo de administracion, en uso de las amplias facultades administrativas de que queda investido por los presentes Estatutos, puede por sí determinar y entender en los puntos siguientes:

I. Hará y autorizará toda clase de compras de terrenos, materiales, máquinas, y cualquier otra cosa que se necesite, tanto para mantener en buen estado el camino, ó aumentar su tráfico y productos, como para su explotacion:

II. Hará y autorizará toda clase de permutas, ventas ó traspasos de terrenos, casas ó materiales, y cualesquiera otros valores de la Compañía, siempre que lo juzgue necesario para su mejora y adelantos:

III. Celebrará todos los contratos que crea convenientes con otras empresas de trasporte por agua ó tierra:

IV. Determinará el empleo que deba darse al fondo de reserva, de que se hablará adelante:

V. Fijará las tarifas de trasportes y fletes en el camino, pudiendo modificarlas segun lo que enseñe la experiencia:

VI. Formará todos los reglamentos que sean necesarios para el servicio y explotacion del camino y establecimientos anexos á él:

VII. Fijará, despues de comenzada la explotacion, los gastos de administracion:

VIII. Nombrará y destituirá libremente todos los empleados y dependientes de la Compañía, así en el camino como en sus oficinas; señalará sus labores y atribuciones, los sueldos fijos que han de disfrutar, y las gratificaciones que juzgue conveniente concederles:

IX. Examinará y glosará las cuentas que le rindan los dependientes de la Compañía, y presentará anualmente la general del negocio á la junta de accionistas. Esta cuenta, que debe ser documentada, se cerrará el 31 de Diciembre de cada año, y se presentará á la junta general el primer dia útil de Mayo del siguiente:

X. Seguirá todos los pleitos en que tenga que intervenir la Compañía como actora ó como demandada, pudiendo servirse en los casos en que lo juzgue oportuno, de otro ú otros abo-

gados que el letrado consejero de la sociedad. Transigirá los mismos pleitos, si lo estima conveniente, ó los someterá á árbitros, ó arbitradores:

XI. Percibirá todos los productos que rinda el negocio social, y los distribuirá con arreglo á los presentes Estatutos:

XII. Por último, determinará y resolverá sobre todos los puntos que no quedan reservados á la junta general de accionistas.

Art. 41. En estos puntos el consejo ejecutará puntualmente los acuerdos de dicha junta.

Art. 42. El secretario llevará un libro de actas, en las cuales constarán todos los acuerdos del consejo de administracion. En cada reunion del consejo se leerá la minuta del acta anterior, y despues que fuere aprobada, se trasladará al libro, donde la firmarán el presidente y el mismo secretario.

Art. 43. Ni el presidente, ni ninguno de los vocales que forman el consejo de administracion, contraen en el desempeño de su encargo obligacion alguna personal por los compromisos de la Compañía, quedando limitada toda su responsabilidad al cumplimiento de estos Estatutos, y al fiel manejo de los intereses que administran.

TITULO VI.

DE LAS JUNTAS GENERALES DE ACCIONISTAS.

Art. 44. La junta general de accionistas, constituida segun las reglas que van á exponerse, representa plena y legalmente á la Compañía. Sus acuerdos obligan á todos los socios, y á los empleados y dependientes de la negociacion.

Art. 45. La junta general se compondrá de todos los accionistas que por sí ó por encargo representen diez acciones. Ninguna persona puede representar á un accionista, si ella misma

no lo es. La forma del poder que para esto deba conferírsele, se determinará oportunamente por el consejo de administracion.

Art. 46. Si los socios que tengan menos de diez acciones, y los que residan fuera de la capital, no confieren su poder á otro socio conforme á lo establecido en el artículo anterior, por esa omision se entiende que cometen su representacion á los socios que asistan, y consienten en lo que acuerde la mayoría.

Art. 47. La junta general se considerará legalmente constituida siempre que despues de convocados todos los socios con la debida anticipacion, y con expresion del negocio que haya de tratarse, concurran accionistas que representen una décima parte á lo menos del fondo social. Mas para contratar empréstitos, y para aumentar el fondo social, se necesita la concurrencia de la quinta parte á lo menos de las acciones.

Art. 48. Los votos en las juntas generales se contarán no por cabezas, sino por acciones. Pero sea cual fuere el número de acciones que tenga ó represente un socio, para el acto de la votacion no se contará su sufragio por mas de cuatrocientas acciones.

Art. 49. Todas las votaciones y resoluciones de la junta general, serán por mayoría absoluta de los votos presentes. En caso de empate, se estará á lo que haya votado el mayor número de personas. Si aun así hubiere empate, el voto del presidente decide.

Art. 50. En caso de que despues de publicada convocatoria para junta general, no se reuna la representacion de acciones que marca el art. 47, se diferirá la reunion para treinta dias despues, expidiéndose nueva convocatoria, igual á la primera.

Art. 51. Si en el dia nuevamente señalado concurren accionistas que representen siquiera la vigésima parte del fondo social, con ellos se celebrará junta, y sus acuerdos ligarán á los ausentes.

Art. 52. Toca á la junta general deliberar y resolver sobre las materias siguientes:

I. Todo proyecto relativo á la prolongacion del camino, ó á su union con otros caminos ó poblaciones de la República:

II. Todo contrato ó convenio relativo á arrendamiento, venta ó traspaso del ferrocarril:

III. El aumento del fondo social por la creacion de nuevas acciones, así como la emision de nuevas obligaciones ó imposiciones:

IV. Toda modificacion ó alteracion de los convenios que médian con el Gobierno Supremo de la República:

V. Toda modificacion ó alteracion de los presentes Estatutos:

VI. El exámen y glosa de la cuenta anual que debe presentar el consejo de administracion. Esta operacion la evacuará, previo informe de una comision de tres individuos de su seno, elegidos por ella misma, y que no podrán nunca ser parientes dentro del cuarto grado, socios, ni comuneros de los que forman el consejo.

Art. 53. En ninguna junta general podrá tratarse punto que no esté señalado en la convocatoria que para ello se hubiere expedido. Pero despues de concluido el punto ó puntos marcados en la convocatoria, los socios concurrentes podrán proponer otras materias á la deliberacion de la junta, bajo las condiciones siguientes:

I. Que la proposicion la hagan tres socios á lo menos:

II. Que estos tengan ó representen unidos el mínimum de sesenta acciones:

III. Que sobre su proposicion no se resuelva en aquella misma junta, sino en otra posterior, para la que se publicará convocatoria, con expresion del negocio que va á tratarse, á fin de que tengan conocimiento de él los socios que no concurrieron:

IV. Que antes de deliberarse acerca de la proposicion en la nueva junta, se oiga el dictámen que sobre la materia deberá presentar el consejo de administracion.

Art. 54. La junta general se reunirá precisamente cada año el primer dia no festivo del mes de Mayo, para recibir las cuentas que debe presentarle el consejo de administracion, y para elegir en el acto los tres miembros de su seno que han de extender el informe de que habla el miembro VI del art. 52.

Art. 55. Antes de extenderlo, los tres nombrados examinarán las cuentas, pedirán al consejo y á las oficinas de la Compañía las noticias, datos y documentos que necesiten para juzgar rectamente: fijarán las observaciones y reparos que les ocurran: los comunicarán por escrito al mismo consejo, para que dé las contestaciones, ó haga las explicaciones convenientes: redactarán en seguida su informe, y convocarán con suficiente anticipacion la junta general, la cual en el dia señalado y en los siguientes (menos los festivos) tendrá las sesiones que sean necesarias para dejar concluida la glosa.

Art. 56. Se reunirá tambien precisamente la junta general cada dos años, el primer dia no festivo del mes de Enero, para elegir los miembros propietarios y suplentes del consejo de administracion, conforme á lo establecido en los artículos 33, 35 y 39 de los presentes Estatutos.

Art. 57. A mas de estas dos reuniones fijas y ordinarias, habrá junta general extraordinaria siempre que lo acuerde el dicho consejo, fijando el asunto que en ella deba tratarse. Es deber del consejo recordar á los accionistas con oportuna anticipacion la celebracion de las ordinarias, y convocarlos para las extraordinarias, en la forma prevenida en estos Estatutos.

Art. 58. Toda convocatoria se hará por medio de un aviso suscrito por el presidente y secretario, en que se expresará el lugar, dia y hora de la reunion, y el asunto ó asuntos que en ella han de tratarse. Dicho aviso se publicará en dos periódi-

cos á lo menos de la capital, siendo uno el oficial, siempre que lo hubiere. El mismo aviso se fijará en la Lonja, en las puertas de la oficina donde tenga su despacho el consejo de administracion, en las de la casa de Correos, y en otros seis lugares los mas públicos de la ciudad, á eleccion del consejo. Tambien se publicará en un periódico, á lo menos de Puebla, y se fijará allí en las puertas de las casas consistoriales, ó en las de la Lonja mientras la hubiere.

Art. 59. Los accionistas para tener derecho de asistir y votar en la junta general, deberán presentar sus títulos en México, en la oficina del consejo de la Compañía, en los ocho dias que precedan á la víspera del señalado para la celebracion de la junta. La oficina dará á cada uno un billete personal de admision, con expresion de los títulos que haya presentado, y de los números que estos tengan en la serie general. Sin el expresado billete nadie puede concurrir á la junta, ni tomar parte en sus deliberaciones y acuerdos.

Art. 60. Si una accion estuviere dada en prenda por su dueño, éste y el acreedor prendario deberán ponerse de acuerdo sobre quién ha de presentar el título, y representarla en la junta general. Si no se acordaren, la accion no tendrá voto en dicha junta.

Art. 61. Tampoco la tendrán las acciones que se hallen embargadas ó secuestradas por la autoridad judicial, mientras no se haga trance y remate de ellas, ni las de dominio contradicho y disputado ante la misma autoridad, mientras por sentencia ejecutoriada no se decida la cuestion.

Art. 62. Las juntas serán presididas por el presidente del consejo de administracion, y á falta suya por el que haga sus veces en el mismo consejo. El secretario de éste lo será tambien de la junta general.

Art. 63. En cada junta se formará por el secretario una lista de los socios que concurran, con expresion de las acciones que

representen, segun el billete de admision que cada uno presente. Dicha lista la firmará cada accionista al entrar á la sesion, y se agregará al acta que se extienda de la junta.

Art 64. No podrá deliberarse ni resolverse sobre ninguna proposicion, sin que previamente se fijen por escrito sus términos, para que pueda trasladarse textualmente al acta, con la resolucion que hubiere recaido.

TITULO VII.

INVERSION DE LOS PRODUCTOS DEL CAMINO.

Art. 65. De los productos totales que rinda el camino, luego que esté en uso para el público, se harán ante todo las deducciones siguientes:

I. Los gastos de administracion, giro, conservacion y reparaciones del camino:

II. El siete por ciento anual que ha de pagarse de rédito á las obligaciones:

III. El cinco por ciento anual de amortizacion de las mismas.

Art. 66. El sobrante que quede, hechas estas deducciones, y que debe estimarse utilidad líquida del camino, se distribuirá cada año entre los socios (en proporcion á las acciones que cada uno represente) hasta la suma de un doce por ciento del capital de cada accion. Si despues de esta distribucion hubiere todavía sobrante, dos terceras partes de él se guardarán para formar un fondo de reserva, y la otra se aplicará á los miembros del consejo de administracion, como remuneracion de su trabajo.

Art. 67. El objeto del fondo de reserva es atender á casos y ocurrencias imprevistos. Mas si dicho fondo llegare á subir á una suma tal, que en juicio de la junta general de accionistas exceda de lo que una prudente prevision aconseje que se tenga

reservado para tales objetos, puede la misma junta acordar que se distribuya la parte que designe, entre los miembros de la sociedad.

Art. 68. A ninguno de estos puede obligarse á que perciba lo que en tal distribucion extraordinaria le toque, y las porciones correspondientes á los socios que rehusen participar de ella, acrecerán á las de los otros; pero si mas adelante se presentaren las indicadas ocurrencias ó gastos imprevistos, entonces antes que disminuir el doce por ciento ordinario, de que habla el art. 66, estarán obligados los socios que participaron, á contribuir al fondo social hasta la suma toda que por la distribucion extraordinaria les tocó. A este reintegro quedan ligadas las acciones que entonces posean, bajo las prevenciones contenidas en los artículos 16 y siguientes.

Art. 69. El consejo de administracion anunciará por medio de los periódicos y de los avisos que explica el art. 58, las épocas del año en que han de hacerse dividendos á los accionistas.

Art. 70. Todo pago, así de dichos dividendos, como del rédito y amortizacion de las obligaciones, se verificará en la ciudad de México, y precisamente en moneda de plata ú oro.

Art. 71. Todos los réditos y dividendos que no hayan sido cobrados á los cinco años contados desde el dia en que debieron serlo, se entienden prescritos á favor de la Compañía, y quedarán á beneficio del fondo general.

TITULO VIII.

DE LAS CUESTIONES JUDICIALES.

Art. 72. Siempre que se suscitare alguna diferencia entre dos ó mas accionistas, ó entre alguno ó algunos de estos y el cuerpo de la Compañía sobre puntos concernientes al negocio social, procurarán ante todo componerla y arreglarla amisto-

samente, reuniéndose en conferencia, y buscando de buena fé los medios que mejor conduzcan á una terminacion pacífica. Si esta no se lograre, someterán su diferencia al fallo de jueces arbitradores, amigables componedores, por cuya sentencia estarán obligados á pasar, sin recurso alguno, sea el que fuere; pues todos los que les competan, se entienden renunciados.

Art. 73. Los arbitradores serán nombrados uno por cada parte; y ellos mismos, antes de comenzar á actuar, elegirán un tercero para el caso de que resulten en discordia.

Art. 74. El tercero no está obligado á adherirse al voto de alguno de los árbitros que discordaron, sino que juzga y falla segun su propia conciencia. Su laudo se ejecuta como si fuera de árbitros concordes.

Art. 75. Cuando alguna parte que esté obligada á nombrar juez árbitro conforme á los presentes Estatutos, rehusare hacerlo, lo verificará por él, á pedimento de la otra parte, el primer juez del ramo civil de la ciudad de México. Lo mismo se hará cuando los árbitros despues de cinco dias de nombrados, no pudieron acordarse en la eleccion del tercero en discordia.

Art. 76. En cada caso fijarán las partes el término dentro del cual han de pronunciar su laudo los árbitros, y el tercero si tiene que entrar á funcionar.

Art. 77. Si acerca de dicho término no pudieren convenirse las partes, lo fijarán los mismos árbitros, inmediatamente despues que hayan electo el tercero en discordia. Si ni los árbitros se convinieren, el tercero hará la fijacion.

Art. 78. Los árbitros y el tercero en su caso, actuarán siempre por ante escribano público; pero no estarán obligados á seguir rigorosamente los trámites comunes del juicio ordinario. Basta con que jamas fallen sin haber oido igualmente á las dos partes, recibido las pruebas que ambas rindan, y comunicado á cada una las de la otra para que alegue sobre ellas.

TITULO IX.

DE LA ENMIENDA DE LOS PRESENTES ESTATUTOS.

Art. 79. Si la experiencia mostrare la conveniencia ó necesidad de que se alteren los presentes Estatutos, podrá acordarlo la junta general de accionistas, bajo los requisitos siguientes:

I. Que la alteracion no se proponga y apruebe en una misma reunion, sino en dos á lo menos, haciéndose en una la proposicion, y votándose sobre ella en otra:

II. Que entre una y otra reunion medie á lo menos el intervalo de ocho dias:

III. Que sobre la proposicion se oiga el dictámen por escrito del consejo de administracion:

IV. Que á la junta en que se vote, asista la mayoría absoluta de las acciones que forman la Compañía, esto es, 25,001 á lo menos:

V. Que voten la alteracion dos terceras partes de las acciones presentes.

Art. 80. Acordada que sea cualquiera alteracion, se pedirá la aprobacion de ella al Gobierno de la República.

Art. 81. Los mismos requisitos se guardarán para variar los convenios que médian entre éste y la empresa del camino de fierro, así como para disolverse la Compañía, y fijar en ese caso las bases de su liquidacion.

Hechos y firmados en la ciudad de México, hoy 24 de Abril de 1861.—(Firmado por los socios fundadores.)—Por poder de D. Antonio Escandon, como concesionario del privilegio, y suscritor de 250 acciones, *Alejandro Arango y Escandon.*—Suscritor por 250 acciones, *Gregorio de Mier y Terán.*—Por 50 acciones, *Mariano Riva Palacio.*—Como suscritor de 500 acciones, y ratificando el contrato de construccion, *Manuel Escandon.*—Se suscribe por 50 acciones, *Rafael Martinez de la*

Torre.—Por poder de D. José María Landa, suscritor de 50 acciones, *Vicente Escandon.*—Por 250 acciones, *T. Labadie y Compañía.*—Por 80 acciones, *M. Bringas.*—Por 50 acciones, *Basilio Candás.*—Por poder del Sr. D. Clemente Sanz, suscritor de 50 acciones, *Emilio Pardo.*—Por el Sr. D. Pedro Escudero y Echanove, suscritor de 50 acciones, *Rafael Martinez de la Torre.*—Conforme á la carta del Sr. D. Pedro Rincon Gallardo, fecha 22 del corriente, se suscribe en nombre del señor su padre, D. José María Rincon Gallardo, por 200 acciones, *Manuel Escandon.*—Por 50 acciones, *Agustin Paredes y Arrillaga.*—Por poder del Sr. D. Manuel Terreros, suscritor de 50 acciones, *Mariano Riva Palacio.*

REGLAMENTO GENERAL,

vigente en Prusia desde 1859, para la seguridad de la circulacion en los caminos de fierro del Estado y los explotados por Compañías particulares.

I.—CONSERVACION Y VIGILANCIA.

§ 1º

El camino debe ser conservado constantemente en bastante buen estado, para que los trenes puedan circular con toda seguridad con las velocidades fijadas en el art. 25, excepto en los lugares en que se estén ejecutando reparaciones.

Los lugares por donde el tren no pueda pasar sin riesgo con la velocidad de costumbre, deberán señalarse, segun la reglas mas abajo indicadas.

§ 2.

Ningun objeto que sobresalga menos de un pié (0.^{m}314) del nivel de los carriles, podrá colocarse á menos de 5 piés 3 pulgadas (1.^{m}65) de distancia del eje central de la via; y el que sobresalga más de 1 pié, no podrá colocarse á menos de 6 piés y medio (2.^{m}04) del mismo eje.

Esta regla no se aplica á las banquetas ó muelles de las estaciones, pues su distancia al eje de la via mas próxima podrá reducirse á 5 piés 3 pulgadas (1.^{m}65), aun cuando su altura sea mayor que 1 pié (0.^{m}314).

§ 3.

Todos los cambios de via y puentes giratorios situados fuera de las estaciones, deberán señalarse á 1,000 piés (314 metros) de distancia del punto en que se hallen. La señal de un puente giratorio se moverá junto con el piso de éste.

En las vias de las estaciones intermedias que recorran los trenes sin pararse, no se permitirá poner plataformas giratorias, ni carros de cambio de via (chariots de remise) (1) que se muevan sobre vias trasversales, mas bajas que la principal.

Todas las agujas de los cambios de via, situadas fuera de las estaciones que no tengan guarda especial, se cerrarán con candados.

§ 4.

El camino estará cercado en todos los lugares en donde la vigilancia de los guardas no alcance á impedir el tránsito de los hombres y animales.

Los pasos á nivel tendrán barreras sólidas, perfectamente visibles, colocadas lo menos á 12 piés (3.^{m}76) del eje de la via mas próxima.

Las barreras que se manejen desde lejos por medio de algun mecanismo, tambien podrán abrirse y cerrar á mano, y tendrán

(1) *El chariot de remise*, que se usa en algunos depósitos ó estaciones para hacer pasar de una via á otra las locomotivas ó los wagones, es una especie de truck de cuatro ó seis ruedas, que corre dentro de una zanja abierta perpendicularmente á dos ó mas vias, que por ella quedan interrumpidas. En la plataforma ó bastidor del *chariot* hay fijado un par de carriles al mismo nivel, y del mismo largo que tendrian los que faltan en las cortaduras hechas en las vias por la zanja; de manera, que puesto el vehículo de que se trata, en cualquiera de esas cortaduras, completa exactamente una de las vias; y de ésta puede trasladarse fácilmente á otra, llevando consigo la máquina ó el wagon que se haya hecho rodar hasta colocárselo encima.

una campana que se tocará antes de cerrarlas. Esta clase de barreras solo podrá usarse en los caminos poco frecuentados, debiendo quedar á la vista de un guarda, cuyo puesto quedará cuando más á una distancia de 1,800 piés (565 metros).

Cualquier camino que costée el ferrocarril, ya se encuentre al nivel de éste, ya se halle á un nivel superior, deberá estar separado de él por un obstáculo formando antepecho. Este objeto puede llenarse excavando un foso y echando las tierras al bordo.

§ 5.

La via estará vigilada siempre que se espere algun tren, ó que alguna locomotiva aislada esté en circulacion.

Las barreras de los pasos á nivel, deberán cerrarse cinco minutos antes del paso de los trenes. Las que estén cerca de las estaciones, son las únicas que podrán exceptuarse de la prescripcion anterior, y mediante una decision especial de la direccion del ferrocarril.

Las barreras de los pasos particulares, ó que se concedan para los trabajos del campo, deberán estar provistas de una cerradura que el guarda cerrará diez minutos antes del paso de los trenes, y abrirá despues que hayan pasado.

Los pasos á nivel de los caminos carreteros y vecinales frecuentados, se alumbrarán desde el momento de ponerse el sol.

Los alrededores de las estaciones y las banquetas ó muelles de los embarcaderos, se alumbrarán media hora antes, y permanecerán así, hasta media hora despues de la llegada de los trenes.

Todas las mañanas antes del paso del primer convoy, y cuando sea necesario, despues del paso de cada uno; los guardas deberán visitar con sumo cuidado la porcion de via, cuya vigilancia les está encomendada, con el fin de quitar de ella todo lo que pueda estorbar la circulacion, y proponer las medidas

que exija la seguridad de los trenes. Las excepciones que hubiere lugar de permitir á esta regla, en algunos casos particulares, serán determinadas por la direccion. El mismo exámen deberá preceder al paso del primer tren de noche, á menos que las condiciones de marcha de los trenes en el mismo sentido ó en sentidos opuestos no se opongan absolutamente á ello.

La vigilancia de los guardas debe contraerse muy especialmente al estado de conservacion y buena posicion de las agujas de los cambios de via.

§ 6.

Habrá en la via, postes que marquen las distancias en millas y en centésimas partes de milla. Estos postes estarán dispuestos de manera que sus indicaciones puedan ser perfectamente vistas por el personal de los trenes.

Se pondrán postes igualmente en todos los puntos en que cambie la inclinacion del perfil longitudinal: estos postes tendrán un brazo, en el cual estarán indicadas la inclinacion y la longitud en que ella se extiende, del modo mas claro posible.

Cerca de la union de dos vias, se colocará entre ellas, un poste indicando el límite que los trenes no pueden traspasar sobre una de las vias, sin estorbar la circulacion sobre la otra.

A la entrada de los pasos á nivel, y á una distancia particular en cada caso, un poste con cartel marcará el punto en donde los coches, ginetes y rebaños deban pararse durante la clausura de las barreras.

II.—Construccion y conservacion del material rodante.

§ 7.

El material rodante deberá siempre estar en bastante buen estado, para poder circular sin peligro con las velocidades fijadas en el artículo 25.

§ 8.

Ninguna locomotiva podrá ponerse en circulacion, sin haber sido examinada por los agentes encargados de la vigilancia facultativa de la explotacion, y reconocida apta para un buen servicio.

En cada locomotiva se marcará el máximum de presion que sea permitido hacer soportar á la caldera, en un lugar aparente, á la vista del maquinista. Este máximum se marcará igualmente en la escala del manómetro.

En todos los talleres de reparacion existirá un manómetro de aire libre que servirá de patron, dispuesto de tal manera, que pueda fácilmente ponerse en comunicacion con el recipiente de vapor de las locomotivas, con el objeto de verificar la carga de las válvulas de seguridad, y la concordancia y exactitud de las indicaciones de sus balanzas y manómetros.

§ 9.

Se llevará un registro de las hojas de servicio de las locomotivas; y en épocas determinadas se someterán estas máquinas á un exámen prolijo. La primera inspeccion tendrá lugar despues de que la máquina haya recorrido 10,000 millas (75,000 kilómetros) á lo mas; y las subsecuentes se harán cada vez que vuelvan á recorrerse 8,000 millas (60,000 kilómetros).

Cualquiera que sea el número de millas que una locomotiva haya recorrido; el intervalo de tiempo entre dos revisiones, nunca pasará de tres años. Y la misma operacion tendrá lugar siempre que se le haga á la caldera alguna grave reparacion. El exámen se extenderá á todas las partes de la máquina, haciéndose una prueba con la bomba de presion, bajo una tension una mitad mayor que la prescrita por el Reglamento. Esto último se hará quitando el forro á la caldera.

Si al probar una caldera, experimenta alguna deformacion permanente, quedará separada del servicio, hasta que se le hayan hecho las reparaciones necesarias.

Todas las observaciones hechas durante el exámen arriba prescrito, se consignarán en un informe detallado.

Toda locomotiva estará provista: de un quitapiedras, un silbato de vapor, los utensilios necesarios para la alimentacion de la caldera, un indicador del nivel del agua, y á lo menos de dos válvulas de seguridad, una de las cuales estará dispuesta de manera que no pueda cargársele mas allá del límite fijado.

El maquinista, desde su lugar, debe poder cerciorarse de la altura del agua y la presion del vapor en la caldera, sin tener que hacer para ello ninguna maniobra.

La carga que se aplique sobre las válvulas, les permitirá levantarse de $\frac{1}{8}$ de pulgada (0.ᵐ00327).

§ 10.

Todas las locomotivas estarán provistas de un cenicero cerrado puesto inmediatamente debajo de la caja de fuego, y de los aparatos necesarios para impedir que fragmentos de combustible encendidos y chispas, sean arrojadas por la chimenea.

§ 11.

Las máquinas–ténders y los ténders separados, estarán provistos de fuertes aparatos de garrote, que el fogonero pueda manejar fácilmente desde su lugar habitual.

§ 12.

Todos los vehículos que entren en la composicion de los trenes regulares, estarán montados sobre muelles y provistos de tampones ó topes y barras de traccion de resorte.

Las ruedas de los vehículos que formen parte de los trenes remolcados por locomotivas, tendrán llantas de fierro ó acero. El espesor de las llantas de fierro, medido en la rodada, será de lo menos $\frac{7}{8}$ de pulgada (0.m 0229) en las locomotivas y los ténders, y de $\frac{3}{4}$ de pulgada (0.m 0196) en los wagones. El espesor de las llantas de acero, podrá reducirse hasta $\frac{1}{2}$ de pulgada (0.m 013).

Los vehículos todos, tendrán lo necesario para engrasar los ejes. En estos, las porciones de diferente diámetro se unirán por medio de boceles cóncavos.

Todos los wagones llevarán en ambos costados cadenas de seguridad, cuya longitud será tal, que colgando libremente cuando el wagon esté cargado, les falte dos pulgadas (0.m0522) para tocar la parte superior de los carriles.

§ 13.

Ademas del garrote del ténder ó de la locomotiva, los trenes deberán tener cierto número de garrotes enérgicos, arreglado á la inclinacion del perfil, segun se ve en la tabla siguiente:

INCLINACION DEL PERFIL.	NUMERO DE RUEDAS QUE DEBEN PODERSE AGARROTAR.	
	EN LOS TRENES DE PASAJEROS.	EN LOS TRENES DE MERCANCIAS.
De 0 á 0.002 ..	.. $\frac{1}{8}$ del número total de ruedas. ..	.. $\frac{1}{12}$ del número total de ruedas.
De 0.002 á 0.0033..	.. $\frac{1}{6}$	.. $\frac{1}{10}$ ......
De 0.0033 á 0.005 ..	.. $\frac{1}{5}$	.. $\frac{1}{8}$ ......
De 0.005 á 0.010 ..	.. $\frac{1}{4}$	.. $\frac{1}{7}$ ......
De 0.010 á 0.0167..	.. $\frac{1}{3}$	.. $\frac{1}{5}$ ......
De 0.0167 á 0.025 ..	.. $\frac{1}{2}$	.. $\frac{1}{4}$ ......

En los trenes mixtos, que corran con la velocidad de los de pasajeros, el número de garrotes se arreglará como en los de los últimos.

Se entiende por garrotes enérgicos, los que son capaces de parar las ruedas de los vehículos completamente cargados.

§ 14.

Las portezuelas laterales de los wagones de pasajeros, solo podrán abrirse por fuera, y tendrán dos modos de cerrarse de los cuales uno será picaporte.

Todos los dias al anochecer, se iluminarán los wagones de pasajeros interiormente; lo mismo que cuando se tenga que pasar algun tunnel cuyo tránsito dure mas de tres minutos.

Todos los wagones de pasajeros tendrán un sustentáculo para las linternas de señal.

§ 15.

Cuando los wagones de mercancías estén cargados de sustancias fácilmente inflamables, se les cubrirá con un toldo que los ponga al abrigo del incendio.

§ 16.

En toda estacion de mercancías habrá, á falta de otras disposiciones, un patron que servirá para arreglar las dimensiones trasversales del cargamento de los wagones, con el fin de evitar cualquier choque en el camino.

§ 17.

Se llevarán estados del número de millas recorridas por los wagones. Todo vehículo, cuando haya recorrido 3,000 millas

(22,600 kilómetros), será sometido á una revision completa, quitándole los ejes, las chumaceras y los resortes. En ningun caso, el intervalo entre dos revisiones sucesivas pasará de un año.

Cada vehículo llevará escrito en caracteres muy visibles las indicaciones siguientes:

1ª El camino de fierro á que pertenezca.

2ª El número ordinal bajo el cual esté inscrito en el registro de los talleres.

3ª Su tara, comprendiendo en ella el peso de las ruedas y ejes.

4ª El máximum de su carga ó porte.

5ª La fecha de su última revision.

§ 18.

Cada tren llevará consigo los enseres necesarios para remediar lo mejor posible, las averías que puedan producirse en el tránsito, de manera á ponerlo de nuevo en disposicion de continuar su ruta.

III.—Prescripciones relativas a la explotacion.

§ 19.

En cada estacion, deberá haber un relox arreglado al tiempo medio del lugar en que se halle situada. En las estaciones importantes, las horas podrán verse con toda facilidad desde los alrededores y el interior, así de dia como de noche. Todos los conductores, maquinistas y guardas, tendrán siempre consigo un relox de bolsa. Los relojes de los conductores y maquinistas, se arreglarán al tiempo normal determinado por la direccion, y los de los guardas, al de la estacion mas próxima.

§ 20.

Cuando la via es doble (ya sea porque el camino en toda su longitud tenga dos vias ó porque, siendo de una sola, se hayan dispuesto en algunos lugares vias dobles, *gares d'évitement* (1) para el cruzamiento de los trenes), los trenes tomarán siempre la via de la derecha; no aplicándose esta prescripcion á las máquinas de auxilio pedidas al depósito hácia el cual se dirige el tren, y despachadas cuando se tiene la certidumbre que aquel se ha parado.

Tambien pueden faltar á esta regla los gefes de las estaciones, en el interior de estas, bajo su responsabilidad.

§ 21.

Se prohibe empujar con locomotiva un tren que no tenga á la cabeza una máquina encendida. Esta regla no tendrá aplicacion cuando sea preciso marchar para atras, ni en las maniobras ó evoluciones de las estaciones, ni á los trenes de servicio; con tal que en estos casos, la velocidad no pase de 15 piés (4.^{m}70) por segundo.

Los trenes que tengan máquina á la cabeza, pueden ser empujados por otras en los casos siguientes:

1º Para subir pendientes de inclinacion extraordinaria.

(1) En Francia llaman *gares d'évitement*, los lugares en donde á la via principal de un ferrocarril, se agregan una ó varias vias laterales, con el objeto de que en ellas puedan guarecerse ó estacionarse uno ó mas trenes, locomotivas ó wagones aislados, dejando expedita la via principal. En esos lugares pueden cruzarse, evitando un encuentro, dos trenes que caminan en direcciones opuestas; y un tren que marcha despacio puede hacerse á un lado, para dejar pasar al que viene por el mismo rumbo con mayor velocidad. Estas *garas* de cruzamiento ó *evitamiento* son indispensables, de trecho en trecho, sobre todo en los caminos de una sola via.

2º Para facilitar el arranque de los trenes en las estaciones; pero entonces la velocidad se reducirá á la mitad de la velocidad normal del tren.

§ 22.

Ningun tren en que haya wagones de pasajeros, podrá tener mas de 150 ejes. Cuando el peso del tren ó las circunstancias atmosféricas exijan dos ó mas máquinas para la traccion, se pondrá á la cabeza, la que tenga ruedas de mayor diámetro; y en igualdad de circunstancias la mas potente.

La máquina que vaya á la cabeza, dirigirá la marcha, y la que la siga suministrará únicamente el complemento de fuerza necesaria para conservar la velocidad normal.

Los trenes tirados por mas de una locomotiva correrán menos velozmente que los trenes *express*. (1)

§ 23.

No se enganchará una máquina con ténder por delante á un tren de pasajeros, sino en el caso de que siendo dicha máquina de auxilio, haya ido á encontrar al tren por la misma via en que este se hallaba parado; ó cuando se necesite una máquina de refuerzo para ascender una pendiente muy rápida.

En las estaciones se puede andar con el ténder por delante, pero solamente con la velocidad de 15 piés (4.m 75) por segundo, á lo mas.

§ 24.

Ningun tren de pasajeros deberá dejar la estacion antes de la hora fijada en el cuadro de la marcha de los trenes.

(1) En toda Europa se ha adoptado la palabra *express*, para designar los trenes que viajan con excesiva velocidad y no se paran sino en as estaciones muy importantes del tránsito.

Ni se pondrá en movimiento hasta que todas las portezuelas estén cerradas, y que se haya dado la señal de partida.

No se harán correr dos trenes uno tras otro, en el intervalo de dos estaciones consecutivas, sino cuando la trasparencia de la atmósfera deje ver muy claramente las señales ópticas: cuando no exista ningun inconveniente se dejarán pasar 20 minutos entre dos salidas consecutivas, si es un tren de pasajeros el que sigue á otro de pasajeros ó mercancías; y 5 minutos, si es convoy de mercancías el que sale el último de los dos.

Cuando dos trenes se sigan á menos de 5 minutos de tiempo ó á menos de 3,000 piés (942 metros) de distancia, el de atrás deberá disminuir su velocidad; y el personal de las estaciones, así como los guardas, deberán hacer de viva voz ó por medio de señales, las advertencias conducentes á que se observen puntualmente los intervalos de tiempo y distancias prescritos.

Los trenes de servicio y las máquinas que corran solas, serán reputadas en las anteriores prevenciones, como trenes de mercancías.

Todo tren que preceda á otro extraordinario, deberá indicarlo por medio de señales.

§ 25.

La velocidad média de los trenes de diversas categorías en los intervalos de las estaciones, se fijará en el cuadro de la marcha de los trenes aprobado por la autoridad competente.

La velocidad máximum en las secciones cuyo perfil tenga una inclinacion que no pase de $\frac{1}{200}$ y cuyas curvas tengan mas de 300 ruthen (1,130 metros) de radio se ha fijado:

Para los trenes express, á razon de 6′ por milla........... (1,225 ms.)
Para los trenes de pasajeros, á razon de 8′ por milla...... (941 ms.)
Para los convoyes de mercancías, á razon de 12′ por milla. (627 ms.)

Esta velocidad se disminuirá en proporcion, cuando las pendientes sean mas fuertes ó las curvas mas cerradas.

La velocidad se disminuirá:

1° Cuando haya sobre la via hombres, animales ó cualquiera obstáculo.

2° En los pasos á nivel, puentes giratorios, plataformas giratorias y cambios ó cruzamientos de via.

3° Cuando algun guarda haga señal de disminuir la velocidad.

4° En los lugares en que se esté haciendo reparaciones.

En cada uno de los casos enumerados, la velocidad se disminuirá lo bastante para evitar todo peligro.

§ 26.

A la entrada de las estaciones, al pasar sobre las agujas de bifurcacion, y en general, al cambiar de via, la velocidad deberá ser bastante débil para que el tren pueda pararse, si necesario fuere, en una distancia de 300 piés (94 metros). Si dos trenes se acercan por dos vias distintas á uno de los puntos expresados, los dos deberán hacer alto hasta que el guarda de las agujas haya indicado para cuál de ellos está la via expedita. El maquinista nunca pasará un puente giratorio antes de que el pontonero, desde su puesto, le asegure que todo está en órden.

§ 27.

Para formar los trenes-correo, express y extraordinarios que pueden correr con la velocidad máxima fijada en el art. 25, solo se admitirá material en excelente estado, y ademas se observarán las reglas siguientes:

1ª Los aparatos de enganche de los wagones entre sí y con el ténder, se apretarán lo bastante para que los resortes de choque y traccion entren en juego.

2ª Se aumentará uno mas al número de garrotes que prescribe el art. 15.

3ª El número de ejes de wagones no pasará de 30.

4ª No se admitirán en la composicion de estos trenes wagones de ocho ruedas.

§ 28.

Los trenes-correo y express, y aquellos en que viajen personas de la familia real, saldrán antes que los ordinarios, para tener mas asegurada la regularidad de su marcha.

Los trenes express podrán recibir algunos wagones de mercancías de gran velocidad, cuando los de pasajeros sean en corto número; pero entonces la carga de dichos wagones se reducirá á las dos terceras partes de la prescrita por el reglamento.

§ 29.

No se permite trasportar mercancías en los trenes de pasajeros, sino bajo las condiciones siguientes:

1º La carga y la descarga de los bultos, y las maniobras que requieran los wagones de mercancías, jamas deberán prolongar las paradas en las estaciones mas de lo que duren normalmente.

2º La agregacion de wagones de mercancías nunca deberá ser causa de que la travesía dure mas de lo que prescriba el reglamento.

3º El trasporte de mercancías en los trenes mixtos, no debe acarrear ningun inconveniente para los pasajeros.

§ 30.

En interes del tráfico local, se podrán agregar algunos wagones de pasajeros, á un convoy de mercancías; pero esta co-

munidad accidental de trasporte no debe afectar en nada el servicio de mercancías, principalmente en lo que importa á su regularidad.

§ 31.

El tiempo perdido no podrá recuperarse acelerando la marcha, sino bajo la condicion de que las velocidades médias fijadas en el presente reglamento, no sean traspasadas. Cada gefe de tren llevará un estado de los intervalos de tiempo invertidos en recorrer las distancias entre cada punto de parada y el siguiente.

Se impondrá una multa á cualquier maquinista que traspase las velocidades de reglamento fijadas en el art. 25.

§ 32.

Se tendrá sumo cuidado en que los trenes lleven el número de garrotes prescrito en el art. 13, distribuyéndolos lo mas uniformemente posible. En las secciones que tengan pendientes superiores á 0.0033, el último wagon tendrá siempre garrote.

Ningun tren saldrá de una estacion sin que se haya verificado que el enganche del ténder con los wagones, y los de estos entre sí, se encuentran bien hechos, que están puestas las cadenas de seguridad, en corriente la comunicacion del vigía con el silbato de la máquina, bien acondicionado el cargamento de los wagones, y las señales en su lugar.

En los trenes ordinarios de pasajeros y en los mixtos, los tendedores de enganche deberán estar bastante apretados para que todos los tampones ó topes se toquen cuando el tren esté parado.

Los wagones de mercancías provistos de enganche distinto de los de los wagones de pasajeros, no podrán introducirse en los trenes mixtos, sino bajo la condicion de no estar inmediatamente enganchados á un wagon de pasajeros.

§ 33.

En todo tren que contenga wagones de pasajeros, al ténder de la máquina seguirá un vehículo moderadamente cargado y no conteniendo pasajeros.

§ 34.

Ningun tren extraordinario se despachará, sino cuando todo el personal de vigilancia esté en sus puestos, que se haya avisado á los guardas su salida y anunciado su marcha á los gefes de estacion.

§ 35.

Ni las máquinas aisladas, ni los trenes de servicio (excepto las que se pidan de auxilio) podrán circular sino en las horas expresamente designadas, en virtud de una órden de servicio dada por los agentes superiores responsables de la direccion de la explotacion ó de su delegado. La salida de dichos trenes ó máquinas, se avisará cuando menos á los gefes de las estaciones extremas.

Se dará igualmente aviso de los trasportes aislados de materiales y de los truckes movidos á brazo, que siempre estarán acompañados de un agente responsable.

Quince minutos antes de la hora fijada para la llegada de los trenes ordinarios ó extraordinarios anunciados, la via estará completamente desembarazada de todo obstáculo, trenes, locomotivas ó wagones. Para las máquinas aisladas y trenes de servicio se harán las mismas señales que para los trenes ordinarios.

Los trenes de servicio que corran de noche, se iluminarán como los ordinarios.

§ 36.

No podrá ponerse ningun paranieves ni wagon rompehielo á la cabeza de las locomotivas que remolquen trenes regulares. Cuando el uso de esos aparatos sea necesario, los empujarán máquinas especiales.

Solo podrán adaptarse al frente de las locomotivas de los trenes ordinarios, paranieves sin ruedas propias.

§ 37.

El vigía del ténder y los gefes de seccion en su demarcacion respectiva, son los únicos á quienes es permitido subirse á las locomotivas. Cualquiera otra persona necesitará una licencia por escrito de los gefes de servicio que estén competentemente autorizados para darla.

§ 38.

Cuando una locomotiva esté estacionada, deberá tener su regulador cerrado, la palanca de cambio de marcha en el punto muerto y el garrote del ténder apretado; estará ademas sometida á una vigilancia inmediata.

Los wagones depositados en las estaciones tendrán las ruedas acuñadas ó agarrotadas, para impedir que el viento los haga caminar.

§ 39.

Toda locomotiva en marcha deberá llevar por delante, desde la caida del dia, dos fanales de largo alcance. En los trenes de pasajeros, cada wagon llevará exteriormente cuatro linternas, cuando menos, y el último, ademas de una linterna que pueda ser vista por el maquinista y todo el personal del tren, tendrá por detras un fanal muy luminoso.

Cuando por excepcion, corra alguna máquina con el ténder por delante, éste último llevará los fanales delanteros.

§ 40.

Las señales que los guardas tendrán que hacer á los trenes indicarán:

1º Via libre.
2º Moderar la velocidad.
3º Parar.

§ 41.

Los gefes de tren, conductores y garroteros podrán hacer al maquinista la señal de parada.

§ 42.

Las señales del maquinista significan:

1º Alerta.
2º Den garrote.
3º Aflojen los garrotes.

§ 43.

Sobre el uso del telégrafo electro-magnético se darán instrucciones especiales. En el instante en que salga un tren de una estacion, se avisará eléctricamente á la siguiente, lo mismo que á todos los guardas de la seccion comprendida entre ellas.

Las señales siguientes:

El tren no sale.
Envien una máquina de auxilio.

Se harán exclusivamente por el telégrafo electro-magnético.

Los trenes estarán provistos de aparatos portátiles para pedir auxilio por comunicacion directa.

§ 44.

Cualquier máquina aislada ó tren extraordinario, será anunciada inmediatamente por el tren que le preceda, á los trabajadores de la conservacion, lo mismo que á los trenès estacionados, para su gobierno.

§ 45.

Las palancas con que se maniobran las agujas de cambios de via de las vias principales, tendrán ligada invariablemente con ellas una señal que pueda ser vista, tanto de dia como de noche, por cualquier tren que se presente, y haga conocer claramente qué via es la que está abierta.

En las estaciones intermedias antes de la llegada, y en las extremas, antes tambien de la salida de algun tren; el personal deberá cerciorarse de que las vias que dicho tren debe seguir, están perfectamente libres y bien dispuestas las agujas.

Se reputan por vias principales, todas aquellas que los trenes dèl servicio regular recorren.

§ 46.

Durante la marcha, todo el personal del tren está bajo las órdenes de un solo agente. Les está prohibido á los guardastren tomar asiento en el interior de los wagones mientras no ha concluido su servicio. Se distribuirán en el exterior de tal manera, que todas las partes del tren queden vigiladas, asegurada la percepcion de las señales, y establecida una comunicacion con el maquinista. Para lograr esto último, se dispondrá un cordel que comunique con el silbato de vapor ó con un timbre colocado sobre la locomotiva.

Este cordel se extenderá:

En los trenes de pasajeros á toda su longitud.

En los trenes mixtos, lo menos á todos los wagones de pasajeros.

En los convoyes de mercancías, lo menos hasta el lugar en que se coloque el gefe del convoy.

§ 47.

En caso de accidente, ó cuando un tren se encuentre en la imposibilidad de continuar su marcha, se tomarán oportunamente las medidades eficaces para dar á conocer con toda exactitud, á cuantos trenes pudieran sobrevenir, el lugar preciso en que ha sido necesario hacer esta parada anormal.

§ 48.

Los guardas encargados de maniobrar las agujas á la entrada de las estaciones principales, los de las bifurcaciones y de las agujas situadas en cualquiera otro punto del camino, lo mismo que los maquinistas, fogoneros y garroteros, no podrán ser encargados ni encargarse ellos mismos de ningun otro trabajo, mientras estén desempeñando su servicio.

§ 49.

Las condiciones de admision al empleo de maquinista conductor de locomotivas son las siguientes: Un año de trabajo en un taller de construccion de máquinas, un año, cuando menos, de aprendizaje sobre las locomotivas, un exámen ante el ingeniero gefe de la traccion y un agente facultativo de la explotacion, y algunas pruebas prácticas.

Los fogoneros deberán, cuando menos, saber el modo de parar la locomotiva en caso necesario.

§ 50.

La direccion de los ferrocarriles está encargada de hacer ejecutar el presente reglamento.

Berlin, 27 de Marzo, 1859.

El Ministro de Comercio, Industria y obras públicas.

Firmado, VON DER HEYDT.

EXTRACTO DEL CUADERNO DE OBLIGACIONES

de la concesion del ferrocarril de Bully-Grenay (Pas-de-Calais) al canal de Aire á la Bassée. (*)

TITULO I.

TRAZO Y CONSTRUCCION.

Art. 1º El ferrocarril de Bully-Grenay al canal de Aire á la Bassée partirá de un punto situado en la aldea de Bully-Grenay ó sus inmediaciones, designado por la administracion superior, y terminará en un punto del canal de Aire á la Bassée igualmente marcado por la administracion, atravesando de Norte á Sur toda la superficie de la concesion de minas de carbon de piedra de Grenay.

Dicho camino se unirá con el de las carboneras del Pas-de-Calais, en uno ó dos puntos si fuere necesario, los cuales designará la administracion, previo informe de la Compañía del ferrocarril del Norte.

(*) En las páginas 387 y siguientes del 8º tomo, série 5ª, de los *Annales des Mines*, publicados en Paris, se encuentra completo este cuaderno de Obligaciones. Aunque se refiere á una línea corta y de interes casi puramente local, no subvencionada por el gobierno frances; sus principales prescripciones son idénticas á las que se consignan en concesiones de mayor importancia.

Art. 2º Los trabajos deberán empezarse dentro de tres meses, contados desde el decreto de concesion.

Estarán concluidos en el término de diez y ocho meses, contados desde la misma fecha; de modo que al vencimiento de este último plazo, todo el ferrocarril estará en explotacion.

Art. 3º Ningun trabajo podrá emprenderse para el establecimiento del ferrocarril y sus dependencias, sin la autorizacion de la administracion superior: con este fin se harán dos ejemplares de los proyectos de todas las obras por ejecutar, y se someterán á la aprobacion del ministro del ramo, quien podrá ordenar se hagan las modificaciones á que hubiere lugar en derecho: uno de estos ejemplares se entregará al concesionario con el visto bueno del ministro, y el otro quedará en poder de la administracion.

Antes de la ejecucion y durante ella, el concesionario podrá proponer las modificaciones que crea útil hacer á los proyectos aprobados; pero estas modificaciones no podrán realizarse, sino mediante la aprobacion de la administracion superior.

Art. 4º El concesionario podrá sacar copias de todos los planos, nivelaciones y presupuestos que pudieren haber sido formados anteriormente por cuenta del Estado.

Art. 5º El trazo y perfil del ferrocarril se fijarán en los proyectos generales que se formen, comprendiendo respecto de toda la línea ó de cada seccion de la línea:

1º Un plano general á escala de un diez milésimo (0.m 00001 por metro).

2º Un perfil longitudinal, á escala de un cinco milésimo (0.m 0002 por metro) para la longitud, y de un milésimo (0.m 001 por metro) para las alturas, que se referirán al nivel medio del mar, tomado por plano de comparacion; abajo de este perfil se indicarán por medio de tres líneas horizontales dispuestas con este fin, á saber:

Las distancias kilométricas del ferrocarril, medidas desde su orígen;

La longitud é inclinacion de cada rampa ó pendiente;

La longitud de las partes rectas y el desarrollo de las partes curvas del trazo, designando el radio correspondiente á cada una de estas últimas;

3º Cierto número de perfiles trasversales y el perfil tipo de la via;

4º Una memoria justificativa de todas las disposiciones esenciales del proyecto, y un presupuesto descriptivo en el que se reproducirán, bajo forma de estados, las indicaciones relativas á los declivios y curvas, ya presentadas en el perfil longitudinal.

La situacion de los *garas* ó depósitos y estaciones extremas proyectadas, de las corrientes de agua y vias de comunicacion atravesadas por el ferrocarril, y la de los pasos sea á nivel, por encima ó por debajo de la via férrea, deberán indicarse tanto en el plano como en el perfil longitudinal; sin perjuicio de que se entregue un proyecto para cada una de estas obras.

Art. 6º Se adquirirán los terrenos necesarios para dos vias; los terraplenes y los carriles podrán ejecutarse y colocarse para una sola via, salvo á establecer algunas *garas* de *evitamiento*. (1)

El concesionario tendrá, ademas, la obligacion de establecer la segunda via en toda la longitud del camino, ó en las partes que se le designen, cuando la administracion se haya convencido de la insuficiencia de una sola via, por causa del desarrollo del tráfico.

Los terrenos que el concesionario adquiera para el establecimiento de la segunda via, no podrán destinarse á otra cosa.

Art. 7º El ancho de la via, entre los bordos interiores de los carriles, será de 1.m 44 á 1.m 45. En las partes en que haya

(1) Véase la nota de la página 291.

dos vias, el ancho de la entrevia, medido entre los bordos de los carriles, será de 2 metros.

El ancho de los acotamientos, es decir, de las partes comprendidas de cada lado entre el bordo exterior del carril y la arista superior del talud del bálast, será de 1 metro cuando menos.

Al pié de los taludes del bálast se dejará una banqueta de 0.^{m}50 de ancho.

La Compañía abrirá á lo largo del ferrocarril los fosos ó caños que se juzgaren necesarios para el desecamiento de la via y para el curso de las aguas.

Las dimensiones de estos fosos y caños, las determinará la administracion segun las circunstancias, á propuesta del concesionario.

Art. 8º Las partes rectas del camino se unirán con curvas, cuyo radio nunca será inferior á 250 metros. Entre dos curvas consecutivas, dirigidas en sentido contrario, se dejarán lo menos 100 metros de parte recta.

El máximum de inclinacion de las rampas y pendientes queda fijado en 0,^{m}015 por metro.

Una parte horizontal de lo menos 100 metros de largo se dejará en donde haya dos fuertes declivios consecutivos, que se encuentren en sentido contrario y de manera á derramar sus aguas en el mismo punto.

Los declivios correspondientes á las curvas de corto radio, se disminuirán cuanto sea posible.

El concesionario tendrá facultad para proponer las modificaciones que le parezca conveniente hacer á las disposiciones de este artículo; pero estas modificaciones no podrán realizarse, sino mediante la aprobacion de la administracion superior.

Art. 9º La administracion, despues de oir al empresario, determinará el número, extension y situacion de las garas de evitamiento.

Del mismo modo se aumentará en las garas y sus alrededores, cuando sea necesario, el número de vias.

El número y situacion de las garas de mercancías, tambien los determinará la administracion, á propuesta del concesionario, despues de una averiguacion especial.

Antes de toda ejecucion, el concesionario deberá presentar á la administracion el proyecto de dichas *garas*, que se compondrá:

1º De un plano á escala de un quingentésimo (0.^{m}002 por metro) indicando las vias, muelles, edificios, su distribucion interior y la disposicion de sus entradas;

2º De una fachada de los edificios á escala de un centésimo por metro;

3º De una memoria descriptiva en la que se justificarán las disposiciones esenciales del proyecto.

Art. 10. El ferrocarril deberá pasar por encima ó por debajo de los caminos imperiales ó departamentales que atraviese, salvo el caso de obstáculos locales, cuya apreciacion tocará á la administracion.

Los cruzamientos á nivel se tolerarán en los caminos vecinales, rurales ó particulares.

Art. 11. Cuando el ferrocarril deba pasar por encima de un camino imperial, departamental ó vecinal, la administracion fijará la altura del viaducto, teniendo en consideracion las circunstancias locales; pero esta abertura en ningun caso podrá ser menor que 8 metros en el camino imperial, 7 metros en el departamental, 5 metros en el vecinal de gran comunicacion, y 4 metros en un simple camino vecinal. En los viaductos de forma abovedada, la altura del intrados de la clave sobre el piso del camino será de 5 metros, cuando menos. En los que se construyan con vigas horizontales de madera ó fierro, la altura debajo de las vigas será de 4.^{m}30, cuando menos.

El ancho entre los antepechos será de lo menos 8 metros.

La altura de estos antepechos será fijada por la administracion, y en ningun caso podrá ser menos que 0.m80.

Art. 12. Cuando el ferrocarril tenga que pasar por debajo de un camino imperial, departamental ó vecinal, el ancho entre los antepechos del puente del camino, lo fijará la administracion, segun las circunstancias locales; pero este ancho en ningun caso podrá ser menor que 8 metros para los caminos imperiales, 7 metros para los departamentales, 5 metros para los vecinales de gran comunicacion, y 4 metros para los simplemente vecinales.

El claro del puente entre los estribos será lo menos de 8 metros, y la distancia vertical que se deje encima de los carriles exteriores de cada via para el tránsito de los trenes, no podrá ser menor que 4.m80.

Art. 13. Cuando el ferrocarril tenga que atravesar á nivel algun camino imperial, departamental, vecinal, rural ó particular, los carriles quedarán colocados sin que sobresalgan ni queden mas bajos que la superficie del camino, y de tal manera, que la circulacion de los coches no encuentre incomodidad alguna.

El cruzamiento á nivel no podrá efectuarse bajo un ángulo de menos de 45°.

Cada paso á nivel tendrá sus barreras; y en los puntos que la administracion lo juzgue útil, se establecerá ademas una casa de guarda.

El concesionario someterá á la aprobacion de la administracion los proyectos de estas barreras.

Art. 14. Cuando sea necesario cambiar la situacion ó el perfil de los caminos existentes, la inclinacion de las pendientes y rampas en los caminos modificados no podrá exceder 0.m03 por metro en los imperiales ó departamentales, y 0.m05 en los vecinales. La administracion podrá, sin embargo, apreciar las circunstancias que pudiesen motivar una derogacion de esta

cláusula, lo mismo que á la relativa al ángulo de cruzamiento de los pasos á nivel.

Art. 15. El concesionario tendrá obligacion de restablecer y de asegurar á sus expensas, el corrimiento de todas las aguas cuyo curso sus trabajos hubieren parado, suspendido ó modificado.

Los viaductos que haya que construir sobre los rios, canales y corrientes de agua cualesquiera, tendrán lo menos 8 metros de ancho entre los antepechos en los caminos de dos vias, y 4.^{m}50 en los de una sola via. La administracion fijará la altura de estos antepechos que nunca será menor que 0.^{m}80.

La administracion en cada caso particular determinará, segun las circunstancias locales, la altura y desfogue del viaducto.

Art. 16. Los subterráneos ó tunnels que se establezcan para el paso del ferrocarril, tendrán lo menos 8 metros de ancho entre los piederechos al nivel de los carriles, y 6 metros de altura bajo clave encima de la superficie de los carrilès. La distancia vertical entre el intrados y la parte superior de los carriles exteriores de cada via, será cuando menos de 4.^{m}80. La abertura de los pozos de ventilacion y construccion de los subterráneos estará rodeada de un pretil de mampostería de 2 metros de altura. Esta abertura nunca podrá establecerse en una via pública.

Art. 16. *bis.* Los artículos 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 arriba citados, relativos á las condiciones de establecimiento del ferrocarril, no se aplican á las vias, trabajos y obras de arte de las líneas actualmente en explotacion ó construccion, respecto de las cuales, quedan vigentes las disposiciones de los proyectos anteriormente aprobados.

Las partes de segunda via y otras obras que ulteriormente fuere necesario construir en estas líneas, se ejecutarán conforme á las disposiciones de los proyectos anteriormente aprobados para las mismas líneas.

Art. 17. El concesionario tendrá obligacion de tomar todas las medidas y de pagar todos los gastos necesarios, para que durante la ejecucion de las obras, la navegacion ordinaria ó con balsas no experimente interrupcion ni estorbo, en las corrientes de agua navegables que encuentre el ferrocarril.

El concesionario construirá asimismo caminos y puentes provisionales en donde quiera que el ferrocarril encuentre caminos ya sean imperiales, departamentales ó de cualquiera otra categoría, para que la circulacion no experimente ni interrupcion ni molestia.

Antes de que las comunicaciones existentes puedan ser interceptadas, los ingenieros de la localidad harán un reconocimiento con el fin de cerciorarse si las obras provisionales que se han construido, tienen la solidez necesaria y pueden asegurar el servicio de circulacion.

La administracion fijará un plazo para la ejecucion de las obras definitivas destinadas á restablecer las comunicaciones interceptadas.

Art. 18. En la construccion de las obras, el concesionario solo empleará materiales de buena calidad; tendrá que conformarse á todas las reglas del arte, de manera que pueda obtener una construccion perfectamente sólida.

Todos los acueductos, puentecitos, puentes y viaductos que se construyan sobre las diversas corrientes de agua y sobre los caminos públicos y particulares, serán de mampostería ó fierro, salvo los casos de excepcion admitidos por la administracion.

Art. 19. Las vias se establecerán sólidamente y con materiales de buena calidad.

La administracion, previo informe del concesionario, fijará el peso de los carriles por metro de longitud.

Art. 20. El ferrocarril estará separado de las propiedades limítrofes, por paredes, vallas ó cualquiera otra cerca cuyo sis-

tema y disposicion autorizará la administracion, á propuesta del concesionario.

Art. 21. Todos los terrenos necesarios para el establecimiento del ferrocarril y sus dependencias, para la desviacion de las vias de comunicacion y de las corrientes de agua, y, en general, para la ejecucion de los trabajos de cualquiera clase que puedan necesitarse, serán comprados y pagados por el concesionario.

El concesionario pagará las indemnizaciones á que haya lugar por la ocupacion temporal ó deterioracion de terrenos, por modificacion ó destruccion de fábricas y por los perjuicios de cualquiera clase que sus trabajos ocasionen.

Art. 22. Siendo la empresa de utilidad pública, el concesionario queda investido para la ejecucion de las obras inherentes á su concesion, de todos los derechos que las leyes y reglamentos confieren á la administracion en materia de obras públicas, tanto para la adquisicion de los terrenos por via de expropiacion, como para la extraccion, el trasporte y depósito de tierras, materiales, etc.: y al mismo tiempo queda sujeto á todas las obligaciones que estas leyes y reglamentos imponen á la administracion.

Art. 23 En los límites de la zona fronteriza y dentro del radio de servidumbre de los recintos fortificados, el concesionario tendrá que cumplir, en el estudio y ejecucion de sus proyectos, con todas las formalidades y condiciones exigidas por las leyes, decretos y reglamentos concernientes á los trabajos mixtos.

Art. 24. En donde la línea del ferrocarril atraviese un suelo ya concedido para la explotacion de una mina, la administracion determinará las medidas que sean necesarias para que el establecimiento del ferrocarril no perjudique á la explotacion de la mina; y recíprocamente, para que en ningun caso la explotacion de la mina pueda comprometer la existencia del ferrocarril.

Los trabajos de consolidacion que tengan que hacerse en el interior de la mina, con motivo del establecimiento del ferrocarril, y todos los perjuicios que de ello resulten á los concesionarios de la mina, serán por cuenta del concesionario del ferrocarril.

Art. 25. Si el ferrocarril tiene que extenderse en terrenos que contengan canteras ó que atravesar éstas subterráneamente, no podrá abrirse á la circulacion antes de que las excavaciones que pudieren comprometer su solidez, hayan sido rellenadas ó consolidadas. La administracion determinará la naturaleza y magnitud de los trabajos que convenga ejecutar en este caso, los cuales se ejecutrán bajo la direccion y por cuenta del empresario.

Art. 26. En la ejecucion de los trabajos, el concesionario se sujetará á las decisiones ministeriales concernientes á la prohibicion de trabajar los domingos y dias feriados.

Art. 27. El concesionario ejecutará los trabajos como le parezca, pero quedando sujeto á la inspeccion y vigilancia de la administracion.

Esta inspeccion y esta vigilancia tendrán por objeto impedir que el concesionario se separe de las disposiciones prescritas en el presente cuaderno de obligaciones y las que resultaren de los proyectos aprobados.

Art. 28. A medida que se concluyan los trabajos en las partes del ferrocarril que puedan abrirse al tráfico, uno ó mas comisarios designados por la administracion, á pedimento del concesionario, practicarán un reconocimiento, y podrán hacer su recepcion provisional.

La administracion, visto el informe relativo á este reconocimiento, autorizará, si hubiere lugar, la explotacion de las partes de que se trata; despues de esta autorizacion, el concesionario podrá poner en explotacion las referidas partes ó secciones y cobrar los fletes mas abajo estipulados. Sin em-

bargo, estas recepciones parciales, no se volverán definitivas sino por la recepcion general y definitiva del ferrocarril.

Art. 29. Terminados que sean los trabajos, y en el plazo fijado por la administracion, el concesionario mandará hacer por su cuenta un deslinde contradictorio (bornage contradictoire) y un plano catastral del ferrocarril y sus dependencias. Tambien hará formar por su cuenta y contradictoriamente á la administracion, un estado descriptivo de todas las obras de arte que hayan sido ejecutadas; al cual estado se acompañará un atlas conteniendo los dibujos acotados de todas las obras referidas.

Un expediente certificado de las actas del deslinde, del plan catastral, del estado descriptivo y del atlas, se formará á expensas del concesionario, y se depositará en los archivos del ministerio.

Los terrenos que el concesionario adquiera posteriormente al deslinde general, con el objeto de satisfacer las exigencias de la explotacion, y que por lo mismo se hagan desde entonces parte integrante del ferrocarril, serán objeto de deslindes suplementarios, á medida que vayan adquiriéndose, y se añadirán en el plano catastral; igualmente se añadirán en el atlas, todas las obras de arte que se ejecuten posteriormente á su redaccion.

TITULO II.

CONSERVACION Y EXPLOTACION.

Art. 30. El ferrocarril y sus dependencias se deberán conservar constantemente en buen estado, de manera que la circulacion sea siempre cómoda y segura.

Los gastos de conservacion y aquellos que exijan las reparaciones ordinarias y extraordinarias, se harán enteramente á expensas del concesionario.

Si el ferrocarril, una vez terminado, no estuviese constantemente conservado en buen estado, la autoridad proveerá á ello de oficio y por cuenta del concesionario, sin perjuicio, si hubiere lugar, de hacer efectivas las disposiciones indicadas mas abajo en el art. 40.

El monto de los adelantos hechos se cobrará al concesionario *ejecutivamente.*

Art. 31. El concesionario establecerá en donde se necesiten, los guardas suficientes, pagados por él, para obtener la completa seguridad del paso de los trenes sobre la via y de la circulacion ordinaria, en los puntos en que el camino de fierro esté atravesado á nivel por otros caminos ordinarios.

Art. 32. Las máquinas locomotivas se construirán sobre los mejores modelos; deberán consumir su humo, y satisfacer ademas, á todas las condiciones que la administracion tenga prescritas, ó prescriba en adelante, para poner en servicio este género de máquinas.

Los wagones destinados al trasporte de mercancías, las plataformas, y en general, todas las partes del material rodante, tendrán una buena y sólida construccion.

El concesionario, para poner en servicio este material, tendrá que sujetarse á todos los reglamentos sobre la materia.

Las máquinas locomotivas, ténders, wagones de toda especie, plataformas, etc., que compongan el material rodante, se conservarán constantemente en buen estado.

Art. 33. Reglamentos de administracion pública, expedidos con audiencia del concesionario, determinarán las medidas y disposiciones necesarias para asegurar la policía y explotacion del camino de fierro, así como la conservacion de las obras que de él dependen.

Todos los gastos que cause la ejecucion de las medidas prescritas en virtud de estos reglamentos, se harán por cuenta del concesionario.

El concesionario deberá someter á la aprobacion de la administracion, los reglamentos relativos al servicio y explotacion del ferrocarril.

Los reglamentos de que se habla en los dos párrafos anteriores serán obligatorios, no solamente para el concesionario, sino tambien para todos aquellos que ulteriormente obtuvieren autorizacion para establecer ramales, ó para prolongar la línea, y, en general, para cualquiera que haga uso del ferrocarril.

El ministro, á propuesta del concesionario, fijará el mínimum y máximum de velocidad para los convoyes de mercancías, y el tiempo que deberá durar el trayecto.

Art. 34. En todo lo concerniente á la conservacion y reparacion del ferrocarril y sus dependencias, á la conservacion del material y servicio de la explotacion, el concesionario quedará sujeto al exámen y vigilancia de la administracion.

Ademas de la vigilancia ordinaria, la administracion, cuando lo juzgue conveniente, nombrará uno ó mas comisarios especiales para reconocer y cerciorarse del estado del ferrocarril, sus dependencias y material.

TITULO III.

En los artículos 35, 36 y 37 de este título, se fija en noventa y nueve años el tiempo que ha de durar la concesion, y se determinan las formalidades que deberán llenarse para que el camino pase á poder del Estado, cuando espire el término de la concesion, ó antes si el Gobierno lo juzga conveniente.

En los artículos 38, 39, 40 y 41, se trata de las multas á que pueden dar lugar las infracciones al cuaderno de obligaciones, y de las circunstancias que hacen caducar la concesion.

TITULO IV.

Los artículos 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50 y sus diversas fracciones, contienen la tarifa máximum otorgada por el Gobierno para el trasporte de toda clase de objetos, la manera de organizar el servicio, y las mutuas obligaciones del concesionario y los remitentes de carga, relativas al pago y percepcion de los fletes, recepcion y entrega de los efectos, etc., etc.

El concesionario, avisándolo al público con un mes de anticipacion, podrá reducir los precios de trasporte consignados en la tarifa máximum, respecto de algunos ó de todos los efectos; pero una vez hecha la reduccion, los fletes no podrán alzarse de nuevo, sino hasta pasado un año.

El cobro de los fletes deberá hacerse por igual y sin ninguna clase de favor ó distincion, á todos los remitentes.

Está formalmente prohibido al concesionario el hacer convenios ó ajustes particulares que tengan por efecto conceder tan solo á uno ó varios remitentes, una reduccion en la tarifa.

El concesionario queda obligado á efectuar constantemente, con esmero, exactitud y regularidad, sin conceder turnos de favor, los trasportes de los efectos, mercancías y objetos de cualquiera clase que se le confien.

Ni directa ni indirectamente podrá el concesionario hacer ningun arreglo con empresas de trasporte de viajeros ó mercancías, por agua ó por tierra, cualesquiera que sean su forma y denominacion, que no se extienda y favorezca igualmente á todas las demas empresas que sirvan las mismas vias de comunicacion. Solo con autorizacion expresa de la administracion podrá faltarse á esta prescripcion.

La administracion se reserva el derecho de exigir ulteriormente, cuando su utilidad esté probada, el establecimiento del

servicio de pasajeros en el ferrocarril. Un decreto del Emperador, fijará las condiciones de este servicio y la tarifa de pasajes.

TITULO V.

El Gobierno, en este título, se reserva la facultad de hacer á lo largo de las vias, las construcciones, y de poner los aparatos necesarios para el establecimiento del telégrafo electro-magnético, sin molestar el servicio del ferrocarril.

Si fuere necesario, el Gobierno obligará al concesionario á que establezca por su cuenta los alambres y aparatos telegráficos, destinados á trasmitir las señales necesarias para la seguridad y regularidad de la explotacion.

TITULO VI.

En los artículos 53 y 54, el Gobierno se reserva la facultad de construir ó de autorizar la construccion de caminos imperiales, departamentales ó vecinales, ferrocarriles ó canales que atraviesen la línea concedida, tomando las precauciones y medidas conducentes á evitar que sean obstáculo para la construccion ó servicio del camino de fierro, y causen algun gasto al concesionario.

En los artículos 55 y 56, el Gobierno se reserva expresamente el derecho de otorgar nuevas concesiones de ferrocarriles que deban unirse con el que es objeto del presente cuaderno de Obligaciones, ó se construyan en su prolongacion.

Las compañías concesionarias de los ramales ó de la prolongacion, tendrán la facultad de hacer circular sus máquinas y wagones en la línea actualmente concedida, siempre que se sujeten á las tarifas estipuladas y á los reglamentos de policía

y servicio de la explotacion que en ella rijan. Y recíprocamente, el concesionario, bajo las mismas bases, gozará de la misma facultad en los ramales y prolongacion pertenecientes á otras personas.

Los artículos 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 y 64, se refieren: á la contribucion predial que deben pagar el camino y sus dependencias; al juramento que deben prestar los agentes y guardas del camino para ser considerados como agentes del gobierno; á los gastos de vigilancia y recepcion de las obras que deberá pagar el concesionario; á la cantidad que deberá depositarse antes de la expedicion del decreto, para que sirva de garantía de cumplimiento; á la eleccion de domicilio del concesionario, y al modo de dirimir las contestaciones entre el concesionario y la administracion á que pudiere dar lugar el presente cuaderno de Obligaciones.

ÍNDICE.

APÉNDICE.

PAGINAS.